أثر التغير المناخي على موجات الحر التي يتعرض لها الأردن خلال فصل الصيف

إعـــداد

فاطمــه عبــده مفلــح الطراونــــه

المشـــــرف

الأستـــاذ الدكتــور نعمــان شحـــاده

قدمت هذه الدراسة استكمالاً لمتطلبات درجة الماجستير في الجغرافيا

كلية الدراسات العليا

الجامعة الأردنية

أيار 2011 م

قرار لجنة المناقشة

نوقشت هذه الرسالة (أثر التغير المناخي على موجات الحر التي يتعرض لها الأردن خلال فصل الصيف) وأجيزت بتاريخ 2011/4/26

أعضاء لجنة المناقشـــــــة	التوقيـــــــــــع
الدكتور نعمان عابد شحاده، مشرفاً أستاذ - جغرافيا مناخية	....
الدكتور حسن أبو سمور ، عضواً أستاذ - الجغرافية الحيوية	....
الدكتور علي احمد غانم، عضواً أستاذ مشارك ــ مناخ	....
الدكتور محمد احمد بني دومي، عضواً أستاذ مشارك- مناخ (جامعة اليرموك)	....

الإهـــــــداء

- إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة .. ونصح الأمة .. إلى نبي الرحمة ونور العالمين.. سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم .

- إلى من كلله الله بالهيبة والوقار .. إلى من علمني العطاء بدون انتظار .. إلى من أحمل أسمه بكل افتخار.. ، أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثماراً قـد حـان قطافها بعد طول انتظار وستبقى كلماتك نجوم أهتدي بها اليوم وفي الغد وإلى الأبد..

... والـــدي العزيـــز

- إلى ملاكي في الحياة .. إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان والتفاني .. إلى بسمة الحياة وسر الوجود ، إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحـي إلـى أغلى الحبايب....... **أمـــي الحبيبـــة**

الشـــــكر والتقديـــــــر،،

بدأنا بأكثر من يد وقاسينا أكثر من هم وعانينا الكثير من الصعوبات وهانحن اليوم والحمد لله نطوي سهر الليالي وتعب الإيام وخلاصة مشوارنا بين صفحات هذا العمل المتواضع، إلهي لايطيب الليل إلا بشكرك ولايطيب النهار إلى بطاعتك .. ولاتطيب اللحظات إلا بذكرك .. ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك .. ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك - الله جل جلاله .

يشرفني أن أتقدم بعظيم الشكر والإمتنان إلى:

- من سرنا سوياً ونحن نشق الطريق معاً نحو النجاح إلى من تكاتفنا يداً بيد لإنجاز هذا البحث ، فأظهر بسماحته تواضع العلماء وبرحابته سـماحة العـارفين ، إلـى أستاذي ومعلمي **الأستاذ الدكتور نعمان شـحادة** الذي أحاطني بعلمه وأنار لي دربي وأحتضنني وتكرم علي بالإشراف على رسالتي ومنحني الدعم والرعاية ، فله منـي كل التقدير والاحترام**..**

- إلى من علمونا حروفاً من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسـمى وأجلـى عبارات في العلم إلى من صاغوا لنا علمهم حروفاً ومن فكرهم منارة تنير لنا مسيرة العلم والنجاح إلى أساتذتنا الكرام في قسم الجغرافيا .

- كما يشرفني أن أتقدم بخالص شكري وتقديري للأساتذه الأفاضل أعضاء لجنة المناقشة .. الأستاذ الدكتور حسن أبو سمور والدكتور علي غانم من الجامعة الأردنية ، والدكتور محمد أحمد بني دومي من جامعة اليرموك على تفضلهم بمناقشة هذه الرسالة .

- وأخيراً الشكر وكل الشكر لمن ساعدني في إنجاز هذه الرسالة .

المحتويـــات

الفصــــل الأول

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الفصـــــل الرابع

قائمة الجداول

قائمــة الأشكــال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة

أثر التغير المناخي على موجات الحر التي يتعرض لها الأردن خلال فصل الصيف

(١٩٨٠-٢٠١٠)

إعـــداد

فاطمه عبده مفلح الطراونه

بإشراف

الأستاذ الدكتور نعمان شحاده

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة أثر التغير المناخي على موجات الحر التي تعرض لها الأردن في فصل الصيف خلال الفترة الممتدة بين عامي (١٩٨٠-٢٠١٠)،وذلك لتحديد الإتجاه العام لدرجة الحرارة العظمى ، وتحليل الخصائص الإحصائية العامة لموجات الحر من حيث ؛العدد والطول والشدة ، إذ تبين وجود إرتفاع في المتوسط الشهري لدرجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة اليومية ، كما حاولت الدراسة الكشف عن الزيادة في عدد موجات الحر التي تعرض لها الأردن خلال الفترة الممتدة بين (١٩٨٠-٢٠١٠) ، وذلك بإستخدام أساليب إحصائية متعددة مثل الإنحدار الخطي (Simple linear regression) والمتوسطات المتحركة (Moving Averages) وإختبار t (t-test) ، والفروقات المتجمعة (Cumulated Sums)،لتحليل البيانات اليومية والمعدلات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى وعدد موجات الحر التي تعرضت لها المنطقة في عدد من المحطات المناخية الأردنية (إربد ، معان ، الرويشد ، مطار عمان ، مطار العقبة ، الصفاوي) .

الفصـــل الأول

الإطـــار النظـــري

المقـــــــــــدمة

تعريف التغير المناخي

تعــريف موجــة الحر

أهميـــــة الدراســـة

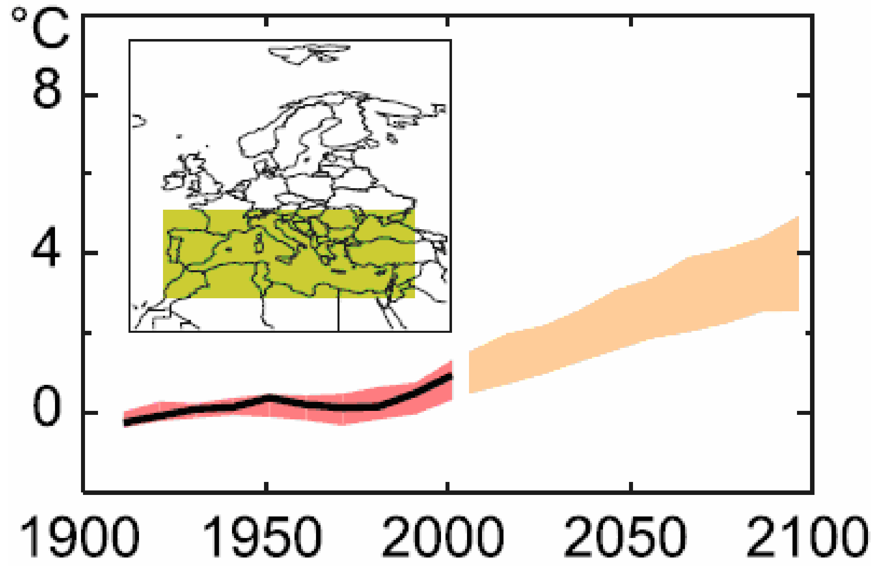
أهـــــداف الدراســـة

مشكلـــة الدراســــة

الدراســـات السابقـــة

المقـــــدمة

تعتبر النتائج المترتبة على ظاهرة التغير المناخي على مناخ حوض البحر المتوســط عمومــا - وعلى مناخ الأردن خصوصاً كثيرة ومتنوعة، وتتعدى التناقص المحتمل لأمطــار الــشتاء إلــى التأثير على درجة الحرارة وعلى تكرار موجات الحر (Heat Waves) وشدتها. فكما هو مبــين في الشكل (١) ، فإن التأثير المحتمل للتغير المناخي على زيادة درجة الحرارة قد بدأ في بدايــة القرن العشرين وأصبح ذلك التأثير يتم بشكل متسارع منذ بداية التسعينات من القرن الماضــي، حيث وصل إلى أكثر من ١,٨ مْ بنهاية القرن الماضي. وكما هو مبين في الــشكل الــذي ســبق ذكره، فإن من المتوقع أن تستمر تلك الزيادة حتى عام ٢١٠٠ م ،حيث يتوقع أن تصل الزيــادة إلى أكثر من ٤,٠ مْ. (Hesselbjerg, J, et., 2007)



شكل رقم (١) الزيادة المتوقعة في درجة الحرارة حتى عام ٢١٠٠ م

المصدر : (Hesselbjerg, J, et., 2007)

ولا يقتصر تأثير التغير المناخي على ارتفـاع درجـة الحـرارة فحـسب، بـل يمتـد أيـضا إلى زيادة معدل تعرض منطقة حوض البحـر المتوسـط إلـى المزيـد مـن موجـات الحـر (Kuglitsch,F.G., 2009, Jeftic, L., 1993, Issar, 1993,) .

ومما يجدر ذكره أن لموجات الحر تعريفات متعددة، ولكن التعريف المستخدم في هذه الدراسة ، هو التعريف المعتمد من قبل منظمة الأرصاد الجوية العالمية (WMO) وهـو ارتفـاع درجـة الحرارة اليومية العظمي إلى ٥مْ أو أكثر لمدة ثلاثة أيام متتالية. أما المقصود بـالتغير المنـاخي فهو التغير المعاصر الذي تعود بداياته إلى ظهور الثورة الصناعية والناتج عن ظاهرة الاحتباس الحراري المرتبطة بتلوث الغلاف الجوي نتيجة سوء استخدام الانسان للموارد الطبيعية .

وكما يذكر بالافوتس(٢٠٠٧) فإن تأثير التغير المناخي على زيادة تعرض حـوض البحر المتوسط لموجات الحر يكمن في زحزحة موقع التيار النفاث شبه القطبي (Sub polar Jet stream) نحو الشمال بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري . كمـا يكمن في زيادة شدة المنخفض الموسمي والمنخفض الحراري السعودي خلال فصل الصيف بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري أيضا، مما يسهل تكون موجـات الحـر وتمددها نحو الشمال والشمال الشرقي (Balafoutis, J., 2007).

- تعـريف التغيـر المناخـي

يستخدم البعض مصطلح التغير المنـاخي (Climate Change) للتعبيـر عـن ظـاهرة الاحتباس الحراري (Greenhouse Effect) وما يترتب عليها من تغيرات مناخيه سواء مـن حيث درجة الحرارة ، أو الرطوبه أو الأمطـار ، أو التبخـر أو التكـاثف ، أو الأعاصـير أو غيرها . والاحتباس الحراري مفهوم حديث ، ويقصد به زيادة درجة الحرارة زيادة مطردة منـذ بداية الثوره الصناعية في أوروبه . وينبغي هنا أن نميز هنا بين تقلبات درجة الحـرارة والتـي تمثل تقلبات طبيعية ليس للإنسان دخل فيها ، ويبين التغير المناخي والذي يعني زيادة مطـردة لدرجة الحرارة خلال فترة طويلة من الزمن وتمثل اتجاهاً مستمراً للتغيـر نـاتج عـن تلويـث الانسان للغلاف الجوي . (شحاده ، ٢٠٠٩)

وبالتالي يمكن تعريف ظاهرة التغير المناخي بأنه "التغير فـي الظـروف المناخيـة المعتـادة كالحرارة وأنماط الرياح و الهطول التي تميز كل منطقة على الأرض خلال فتره طويلـه مـن الزمن " .

- تعريف موجة الحر

لا يوجد تعريف موحد لموجة الحر (heat wave) فالتقلبات اليومية لدرجة الحـرارة تحـدث بصورة مستمرة ، إلا إن تلك التقلبات تتفاوت في شدتها وطول مدتها . فبعـضها لا يـستمر الا يوماً ، أو اثنين ، بينما يستمر بعضها الأخر أكثر من يومين ، وأحياناً لاترتفع درجة الحرارة في بعضها الا قليلاً ، في حين نجدها ترتفع في البعض الآخر من ٨ – ١٠ مْ ولهـذا فـإن منظمـة الأرصاد الجويه العالميه تعرف موجة الحر بأنها :

(فترة لا يقل طولها عن ثلاثة أيام متعاقبه ترتفع فيها درجة الحرارة العظمى بما لا يقل عـن ٥ مْ عن المعدل اليومي لدرجة الحرارة العظمى) .(شحادة ، ٢٠٠٩)

وبالتالي تعتمد موجة الحر عند تسميتها على متغيرين ثابتين هما قوة الموجة وهي مقدار درجة الحرارة والفترة الزمنية حيث يجب ألا يقل ارتفاع درجة الحرارة عن خمس درجات مؤية فوق معدلها الطبيعي ، وألا يقل طول الموجة عن ثلاثة أيام متواصلة ، عند ذلك نستطيع أن نطلق عليها موجة حر .

وتصنف موجات الحر من حيث شدة درجة الحرارة إلى :

١- موجات حر معتدلة الشدة وهي التي يتراوح خلالها ارتفاع درجة الحرارة عن معدلها لذلك الوقت من السنه بين ٥-٧ مْ

٢- موجات حر شديدة و هي التي يتراوح خلالها ارتفاع درجة الحرارة عن معدلها لذلك الوقت من السنة بين ٨-٩ مْ (Soliman ، ١٩٥٣)

٣- موجات حر شديدة جداً يزيد خلالها إرتفاع درجة الحرارة عن معدلها ١٠ مْ فأكثر .

كما تصنف موجات الحر تبعاً لإختلاف أطوالها الى ثلاثة فئات :

١- موجات الحر القصيرة والتي يتراوح طولها بين يوم واحد وثلاثة ايام.

٢- موجات الحر المتوسطه الطول وهي التي تتراوح بين ٣- ٦ ايام.

٣- موجات الحر الطويلة والتي يزيد طولها على ستة أيام . (حرب ، ١٩٧٥)

مشكلة الدراسة وأهميتها وأهدافها:

أ . أهمية الدراسة:

يعد التغير المناخي من أبرز الظواهر المناخية في الوقت الحاضر، لما يمكن أن يكون له في المستقبل من نتائج ذات اهمية بالغة على درجة الحرارة والامطار والتبخر والنتح ، حيث تشير

الدراسات السابقة إلى أن تأثير التغير المناخي على الأمطار في الأردن سيكون سلبياً ليس علـــى معدلات أمطار الشتاء فحسب بل في تباينها وشدة تقلبها . ومن هنا تأتي أهمية هذه الدراسة التي تتناول بالتحليل تأثير التغير المناخي على موجات الحر في الأردن إذ أن زيـــادة تكـــرار تلـــك الموجات وشدتها خاصة عندما تقترن بتناقص في الأمطار تزيد المسألة تعقيداً، حيث أن إرتفـــاع درجة الحرارة يزيد معدلات التبخر والنتح من النباتات ويزيد من المتطلبات المائية مما يـــساعد على انتشار التصحر ، وخسارة مخزون مياه الشرب ، وتراجع المحصول الزراعـــي ، ويـــشكل إرتفاع درجة الحرارة كذلك ظروف مساعدة لإنتشار الآفـــات والحـــشرات الناقلـــة للأمـــراض كالبعوض الناقل للملاريا ، فالتغير المناخي يؤدي إلى عواقب بيئية واجتماعية واقتصادية واسعة التأثير .

ب. أهداف الدراسة:

يمكن تلخيص أهم أهداف هذا البحث بالاهداف التالية :

١- تحديد طبيعة التغير الذي طرأ على عدد موجات الحر التي تعرض لها الأردن خلال مـــدة الدراسة .

٢- تحليل الخصائص الإحصائية لموجات الحر التي تعرض لها الاردن مـــن حيـــث شـــدتها وطول مدتها

٣- تحليل العلاقة بين التغير في موجات الحر وطبيعة التغير المناخي الـــذي تـــشهده منطقـــة شرقي البحر المتوسط .

ج. مشكلة الدراسة

تعالج هذه الدراسة الآثار المتوقعة للتغير المناخي على موجات الحر التي تعرض لها الاردن خلال فصل الصيف بين الفتره الممتدة بين عامي (١٩٨٠- ٢٠١٠) وتشمل تحليل الخصائص الإحصائية لموجات الحر في عينة من المحطات المناخية ، وقد تم اختيار تلك المحطات من بين المحطات المناخية ذات السجل المناخي الطويل والتي لم يكن لظاهرة الجزيرة الحرارية للمدن (Heat Island) تأثير عليها. والمقصود بالجزيرة الحرارية للمدن هو ارتفاع درجة الحرارة في المحطات المناخية الواقعة في وسط المدن نتيجة الزحف العمراني والاكتظاظ السكاني.

ويمكن تلخيص مشكلة الدراسة في التساؤلات التالية:

- هل أدى التغير المناخي الى زيادة عدد موجات الحر التي يتعرض لها الأردن في فصل الصيف ؟
- هل أدى التغير المناخي الى زيادة شدة تلك الموجات ؟
- هل أدى التغير المناخي الى زيادة مساحة المناطق التي تتعرض لتلك الموجات ؟
- هل أدى التغير المناخي لزيادة متوسط درجة الحرارة العظمى في المنطقة ؟

الدراسات السابقة :

يعد موضوع التغير المناخي من أكثر المواضيع العالمية أهمية، ولا يقتصر الإهتمام به على الأفراد فقط، بل تتولى مراقبته ودراسته وعمل التنبؤات الخاصة به مؤسسات كثيرة وطنية ودولية. ومن أبرز تلك المنظمات الهيئة العالمية للتغير المناخي (Intergovernmental Panel on Climatic Change "IPCC") التي تصدر بانتظام تقارير علمية عن التغير

المناخي والأبعاد العالمية والإقليمية المتوقعة له . وتشير الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ في تقريرها الرابع لعام٢٠٠٧ الى احترار النظام المناخي حيث اصبح واضح لا لبس فيه ، وهو ظاهر الآن في زيادة متوسط درجات حرارة الهواء والمحيطات وذوبان الجليد والثلج على نطاق واسع وارتفاع المتوسط العالمي لمستوى سطح االبحر . كما أعتبرت إحدى عشر سنه من السنوات الإثنتي عشرة الماضية (١٩٩٥- ٢٠٠٦) من اشد السنوات حرارة بحسب سجل أجهزة قياس درجات الحرارة السطحية العالمي(منذ سنة ١٩٥٠) . و بينت الهيئة المعنية بتغير المناخ أسباب التغير حيث تناول هذا الموضوع العوامل المحركه الطبيعية والبشريه المنشأة لتغير المناخ بما فيها سلسلة انبعاثات الغازات الدفيئة ، وزادت الإنبعاثات العالمية من الغازات الدفيئة الناشئة عن الأنشطه البشرية منذ مرحلة ما قبل الثورة الصناعية بنسبة ٧٠% ما بين (١٩٧٠ – ٢٠٠٤) ويعتبر ثاني أكسيد الكربون أهم هذه الغازات وبالتالي تعتبر هذه الغازات وهذه الأنشطه محركات للتغير المناخي . (IPCC , 2007)

وهناك اهتمام بالتغير المناخي على مستوى الدول العربية فتقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية "أفد " (Arab Forum for Environment and Development (AFED ، تناول أثر تغير المناخ على البلدان العربية وهو الثاني في سلسلة التقارير السنوية التي يصدرها المنتدى العربي " أفد " ، وكشفت دراسة اجراها مركز الاستشعار عن بعد في جامعة بوسطن بتكليف من أفد تحليل سيناريوهات متنوعة لتأثيرات تغير المناخ خصوصاً على المناطق الساحلية ، كما حدد التقرير المصادر الرئيسية لإنبعاثات الغازات الدفيئة في العالم العربي ، والتي تبين أنها تساهم بأقل من ٥% فقط من الانبعاثات العالمية . ولكن تأثير التغيرات المناخية على المنطقة يتوقع أن تكون كبيرة جداً ، مما يتطلب تخطيطاً عاجلاً للتكيف مع تلك التغيرات ، كما ذكر التقرير أن معظم البلدان العربية هي من اكثر البلدان في العالم تعرضاً للتأثيرات المحتملة لتغير المناخ ،

وأهم تلك التأثيرات إرتفاع معدل درجات الحـــرارة ، وانخفـــاض كميـــة الامطـــار ، وأرتفـــاع مستويات البحار ، وتكرار موجات الحر والجفاف . وقد أظهر التقرير أثـــر إرتفـــاع درجـــات الحرارة على نواحي مختلفة من الحياه ، فمن الناحية الصحية أظهرت دراسة أجراها " أفـــد " أن صحة البشر تتأثر سلبياً بزيادة درجات الحرارة وخاصة إذا رافقها زيادة في الرطوبة فهذا يسبب الضيق والإنزعاج للانسان ، مما يؤثر على السياحة ، وأنتاج الغذاء وهذا ينعكس على اقتـــصاد البلد وعلى التنوع البيولوجي . (AFED , ٢٠٠٩)

ومن أهم الدراسات التي عالجت موضوع العلاقة بين التغير المناخي وموجـــات الحـــر علـــى المستوى العالمي وعلى مستوى حوض البحر المتوسط والأردن الدراسات التالية:

أ. دراسات على المستوى العالمي

١) دراسة بينستون لموجة ٢٠٠٣ حيث ركز الباحث في تلك الدراسة على الموجـــة الحراريـــة التي حدثت عام ٢٠٠٣ و التي أثرت على معظم أوروبا من حزيران الى أيلول ، وهـــدفت تلـــك الدراسة الى البحث عن الخصائص والعوامل الاحصائية لتلك الموجة وذلك على اساس البيانات المناخية المتوفرة عن المنطقة وخاصة في سويسرا ، ومقارنتها بالماضي من خـــلال اســـتخدام نموذج (A shape of things to come) للتغير المناخي ، وقد أثـــرت تلـــك الموجـــة علـــى سويسرا بدرجة كبيرة في شهر آب عام ٢٠٠٣ م ، كما وضـــع هـــذا البحـــث موجـــة ٢٠٠٣ الحرارية في موضع مقياس للتقلبات المناخية التي حصلت خـــلال القـــرن العـــشرين والمتوقـــع حصولها في القرن الواحد والعشرين ، وبالتالي فإن موجة الحر التي تعرضت لها أوروبـــا فـــي ذلك العام يمكن أن تستخدم كمرجع لفصل الصيف في المستقبل في العقود القادمة فيما يخـــص

التأثيرات المناخية كما توصل لها الباحث من تنبؤات متعلقة بموجات الحر، وهـذا مـا يـسمى بالنموذج التشبيهي الذي استخدم في تلك الدراسة . (Beniston , 2004)

2) دراسة جوردائن وآخرون .هدفت تلك الدراسة إلى تحليـل وحـساب كميـة (أو قيـاس) التأثيرات لموجات الحر في مدريد لعام (١٩٨٦ - ١٩٩٧) على وفيات الصيف بسبب ارتفـاع درجات الحرارة حيث تزداد نسبة الوفيات بسبب موجات الحر وخاصة بين الاشـخاص الـذين تتراوح اعمارهم بين (٦٥ – ٧٥) سنة فأكثر ، حيث تم تحليل المتغيرات الجوية
(درجات الحرارة العظمى اليومية ، درجات الحرارة الصغرى اليومية ، والرطوبـة النـسبية) ومن أبرز النتائج التي تم التوصل اليها في تلك الدراسة تزايد في عدد الوفيات الى ما لا يقل عن ٢٨ % لكل درجة حرارة ترتفع فوق درجة ٣٦,٥ مْ مع تأثير خاص على النساء فوق عمر ٧٥ سنة ، كما توصلت الدراسة الى أنه خلال موجات الحر التي تعرضت لها المنطقة خـلال فتـرة الدراسة قد سجلت معدلاً غير اعتيادي من الوفيات بنسبة ٢٦ % من الفئة العمرية فوق ٧٥ سنة وتجاوز هذا الرقم الى ٢٨ % في حالة الموجة الحرارية التي حـدثت عـام (١٩٩٥) وهـذه النتائج مشابهه ومماثلة لنتائج دراسة ويتمان وآخرون لموجة الحر عام ١٩٩٥ لمدينة شيكاغو ((Jorda´n , A.et , ٢٠٠١

٣) دراسة ميتاكسس لموجات الحر التي أثرت على اليونان خـلال الفتـرة (١٩٥٠- ١٩٧٢) وتوزيعها الشهري ، فوجد أن اليونان قد تأثرت بمجموعة موجات ١٢ موجة حر في شهر تموز و١٥ موجة حر في شهر آب ، وخلال الفترة ١٩٦٩-١٩٧٢ لم تسجل أية موجة حر ، كذلك قام الباحث بتحليل الرياح السطحية التي تعد المسبب الرئيسي لموجة الحر مـن حيـث مـصدرها واتجاهها وسرعتها ، فتبين له أن الرياح في أثينا خلال فترة

الصباح تكون هادئة ثم تصبح شمالية شرقية (N.E) قوية في فترة المساء خلال شـــهر تمـــوز وآب (١٩٨٠, Metaxas) .

ب . دراسات على مستوى حوض البحر المتوسط

هناك العديد من الدراسات التي قامت بدراسة مناخ البحر المتوسط والتغيـرات المناخيـة التـي أثرت عليه وخاصة في الحوض الشرقي للبحر المتوسط ومن بين هذه الدراسات .

١) دراسة كيوجليتش وغيره من الباحين السويسريين والتي كشفت تزايد موجات الحـر التـي تتعرض لها منطقة شرق حوض المتوسط خلال العقود الخمسه الماضية مع تزايد فـي شـدتها وطول مدتها خاصة غرب البلقان وغرب تركيا وفي الجنوب الغربي منها وعلى طول الـساحل الجنوبي للبحر الاسود ، وهدفت تلك الدراسة الى قياس التغيرات التي طرأت على موجات الحر في دول شرق البحر الأبيض المتوسط وذلك فيما يختص بعددها وطول مـدتها وشـدتها وهـذه الجوانب لم تركز عليها دراسات سابقة في هذا المجال ، وقام فريق الدراسـة بتحليـل سـجلات ٢٤٦ محطه للرصد الجوي الخاصة بالفترة الواقعة ما بين عامي(١٩٦٠ – ٢٠٠٦) وذلك في احد عشر منطقة في حوض شرق المتوسط بغرض تتبع درجات الحرارة العليا والصغرى فـي تلك المناطق خلال الفترة المذكرة . ومن المحطات الداخلة في الدراسـة (البانيـا ، البوسـنة، الهرسك ، بلغاريا ، كرواتيا ، قبرص ، اليونان ، إسرائيل ، رومانيـا ، صـربيا ، سـلوفينيا ، تركيا) (Kuglitsch .et ,2010).

٢) دراسة الباحثيين كوستوبولو و جونز لتقييم الظواهر المناخيه المتطرفه فـي منطقـة شـرق البحر الأبيض المتوسط ، حيث تم دراسة العديد من المؤشرات المناخيه الموسـميه والـسنويه

ودراسة إتجاهاتها وتحليلها خلال الفترة الممتــدة بــين (١٩٥٨- ٢٠٠٠) لتحديــد التغيــرات المناخيه المحتمله في درجة الحرارة والظواهر المناخية المتطرفه من هطول أمطار وزيادة فـــي درجات الحرارة خاصة على المناطق الشرقية للبحر الأبيض المتوسط . كما تم التوصل في هذه الدراسة إلى الكشف عن إتجاهات درجات الحرارة في فصل الصيف من خلال دراسة درجــات الحرارة الصغرى ودرجات الحرارة العظمى التي تبين من خــلال التحليــل أنهــا ذات دلالــه إحصائية ،كما تم تحديد إتجاهات الإحترار (الإحتباس الحراري) وموجات الحر فــي المنطقــه وتزايد مدتها . وأظهرت الدراسة اتجاهات سلبيه وأخرى إيجابيه ،حيــث ظهــرت الإتجاهــات السلبيه في النصف الشرقي لحوض البحر الأبيض المتوسط فجميع المؤشرات تشير الى تنــاقص في كمية الهطول وزيادة الأيام الجافه وتواترها ،وبالمقابل ظهرت الإتجاهات الإيجابيه في الجزء الغربي ووسط منطقة الدراسة ممثله بالمحطات الإيطاليه حيث الأمطار الغزيره والليالي الباردة في الشتاء خاصه (Kostopoulou , E .and Jones P , ٢٠٠٥)

٣) وكما يذكر بالافوتس(٢٠٠٧) فإن تأثير التغير المناخي على زيادة تعــرض حــوض البحــر المتوسط يكمن في زحزحة موقع التيار النفاث شبه القطبــي(Sub polar Jet stream) نحــو الشمال بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري . كما يكمن فــي زيــادة شــدة المــنخفض الموســمي والمنخفض الحراري السعودي خلال فصل الصيف بسبب ظاهرة الانحباس الحراري أيضا، مما يسهل تكون موجات الحر وتمددها نحو الشمال والشمال الشرقي (Balafoutis, 2007).

٤) دراسة حسنين لتقلبات درجة حرارة الهواء السطحي في المنطقة الشرقية للبحــر الأبــيض المتوسط . وذلك من خلال تحليل بيانات لثمانِ محطات للأرصاد الجوية في شرق البحر الأبيض

المتوسط وهي مالطا و أثينا و طرابلس و الأسكندرية و عمان و بيروت و القدس واللاذقية ، وكان المصدر للبيانات أرشيف هيئة الأرصاد الجوية الليبية و أرشيف هيئة الأرصاد الجوية المصرية ، كما تم إستخدام عدة مناهج واساليب احصائية مختلفة منها مان كندال واسلوب الإرتباط (Station Location) ، واختبار Bartlet وغير ذلك من الاساليب ، لمحاولة قياس الاختلاف السنوي لدرجة حرارة الهواء السطحي في الحوض الشرقي للبحر المتوسط، كما حاول الباحث معالجة ظاهرة النينو ودراسة الجداول الزمنيه للرياح الموسمية ، والمحيطات ،والغلاف الجوي في المنطقة ومن أهم النتائج التي تم التوصل اليها في تلك الدراسة أن هناك زيادة في درجة حرارة هواء السطح في جميع سجلات المحطات المستخدمة بالدراسة منذ عام ١٩٥٠ ولكن تلك الزيادة غير مستمرة . أي أن هناك تذبذب في زيادة درجات الحرارة بين الزيادة والنقصان ، فبعض المحطات أظهرت اتجاهاً إيجابياً في الزيادة والبعض الآخر اظهر اتجاهاً سلبياً (Hasanean, ٢٠٠١)

ج . على مستوى الأردن

ومن أهم الدراسات التي ناقشت موضوع موجات الحر والتغيرات المناخيه في الأردن .

١) دراسة شحاده لموجات الحر حيث درس الباحث وعالج موجات الحر التي اثرت على الأردن خلال فصل الصيف (حزيران – تموز – آب) خلال الفتره (١٩٦٣ -١٩٨٧) وذلك من خلال تحليل الخصائص الاحصائيه لتلك الموجات من حيث تكرارها وشدتها وطول مدتها واحتمالات حدوثها ، وتحديد العوامل الرئيسية التي تؤدي الى حدوثها وتحليل الظروف الجويه المرافقة لها ، بالإضافة إلى حساب درجة حرارة جلد الإنسان

وما يترتب على ذلك من معاناه وإحساس بالضيق والإنزعاج . حيث تم الإعتماد في هذه الدراسة على البيانات المناخيه الشهرية الخاصة بدرجة الحرارة خلال الفترة الواقعه بين عامي ١٩٦٣ – ١٩٨٧) بالإيضافة الى تحليل الخرائط السينيوبيتكية وبيانات الأرصاد الجوية الأردنية الخاصة بموجات الحر . ومن أبرز النتائج التي تم التوصل اليها في هذه الدراسة أن أهم العوامل التي تؤدي الى حدوث موجات الحر هو تعمق مركز الضغط السعودي المنخفض الذي يمتد فوق منطقة الخليج العربي ، كما لا تعد موجات الحر خلال الصيف أمراً شائعاً ولكنها تحدث في العادة بمعدل موجه واحده او اثنتين في الموسم ويتراوح معدل طول الموجه الواحده بين ٣-٥ أيام (شحاده ، ١٩٩٠) .

٢) دراسة صبري لموجات الحر في الأردن خلال الفترة الممتده بين عامي (١٩٦٠- ٢٠٠٠) وذلك لتحديد الأحوال السينيوبيتكية الملائمة لحدوث موجات الحر وذلك من خلال تحليل خرائط الطقس السطحية والعليا وتحديد الخصائص العامة لتوزيع مراكز الضغط الجوي سواء على السطح أو طبقات الجو العليا . وتبين من خلال تلك الدراسة وجود خمسة أنظمة من أنظمة الضغط الجوي السطحية تؤدي الى موجات الحر في الأردن وهي امتداد المنخفض الموسمي ، المنخفض الحراري السعودي ، امتداد المرتفع الآزوري ، امتداد البحر الأحمر ، المنخفضات الخماسينية كما درس الباحث اشهر الصيف بالاضافة الى الاشهر التي وصلت فيها درجة الحرارة العظمى الى موجة حر .(صبري ،٢٠٠١)

٣) دراسة حمدي وآخرون فقد هدفت تلك الدراسة الى الكشف عن الاتجاهات العامة لعناصر الطقس في الاردن من أمطار ، رطوبه نسبية ، ودرجة حرارة الهواء ، من خلال استخدام

بيانات تم جمعها من ست محطات مناخية للرصد الجوي موزعة في جميع انحاء الأردن وهـــي اربد ، الباقوره ، دير علا ، معان ، مطار الملكه علياء، وعمان وتحليلها باستخدام عدة منـــاهج احصائية من بينها الانحدار الخطي ،ومحاولة الكشف عن الأدله على تغير المنـــاخ فـــي الأردن ومن أجل معرفة ما إذا كان مناخ الأردن يتأثر بتغيرات المناخ العالميه وبـــالاحترار العـــالمي . واظهرت النتائج انه لا يوجد اتجاهات واضحة تدل على وجود زيـــادة او نقـــصان فـــي كميـــة الامطار السنوية ودرجات الحرارة القصوى وموجات الحر ، الا أنه هناك اتجاهات قويـــة تـــدل على وجود نقصان في كمية الهطول في فصل الشتاء وزيادة في عدد موجات الحـــر وتكرارهـــا في فصل الصيف ، وهذه النتائج مؤيده لتقرير التقييم الرابع للفريق الحكـــومي الـــدولي المعنـــي بالتغير المناخي الذي صدر عام ٢٠٠٧ IPCC (Hamdi .et,al ,٢٠٠٩) .

٤) دراسة بني دومي حول تحليل إتجاهات الحرارة والأمطار ، حيث تناولت الدراسة إتجاهـــات الحرارة والأمطار في الأردن ، إعتماداً على السجلات المناخية لإثنتي عشر محطة مناخية ممثلة لإقاليم الأردن الجغرافية ، بهدف الكشف عن وجود اتجاهات تزايديه متتابعة في متوسط الحرارة والأمطار . وقد تم استخدام الإرتباط المتسلسل (Lag-one Serial Correlation) والتحليـــل العشوائي (Stochastic analysis) . من أجل توضيح إن كان يوجـــد فـــي هـــذه البيانـــات اتجاهات مناخية ، كما طبق اختبار مان – كندال للرتب (Mann kendall rank test) على البيانات الفصلية والسنوية لعنصري الحرارة والأمطار ، وقد أظهر التحليل اتجاه تزايـــدي فـــي متوسطات الحرارة السنوية العظمى والصغرى للفترة(١٩٦٤- ١٩٩٩) علماً أنها ليـــست ذات دلالة إحصائية بإستثناء محطة مطار عمان والتي أظهرت تزايداً في متوسط الحرارة الـــصغرى لنفس الفترة ، وتحديداً في أشهر الصيف والربيع (Bani- Domi ,٢٠٠٥).

٥) دراسة الصمادي للتغيرات التي طرأت على درجات الحرارة الصغرى والقصوى في الأردن للقرن العشرين حيث كشفت الدراسة عن وجود تغيــرات وأختلافــات فــي درجــات الحــرارة الــصغرى (minimum temperatures) ودرجــات الحــرارة العظمــى (maximum temperatures) وذلك من خلال دراسة بعض المحطات في الأردن والتركيز على ســجلات السلاسل الزمنيه لمحطة مطار عمان خلال الفترة الممتدة من (١٩٢٣- ٢٠٠٣) على إعتبــار هذه المحطة محطة رئيسية في المملكة الأردنية وتقع في الجزء الشرقي من العاصمة (عمــان) وتم تأسيسها منذ الإستعمار البريطاني عام ١٩٢٢ يعني ذلك وجود سجلات زمنية طويله لهــذه المحطة ، وتم تحليل البيانات التي تم جمعها من الأرصاد الجويه الأردنية من خلال عة منــاهج احصائية منها (CUSUM) Cumulative Sum Charts واختبار مان – كنــدال (The mann – kendall rank test) . ومن أبرز النتائج التي توصل لها الباحــث فــي دراســته ، الكشف عن الأرتفاع في درجات الحرارة السنوية القصوى في (الربيع ، الصيف ، الخريف) ، كما أظهرت الدراسة أيضاً أرتفاع في درجات الحرارة الصغرى خلال الفترة الممتده مــن عــام ١٩٥٧ -١٩٦٧ (Smadi,2006) .

منهجية البحث:

أ. البيانات المستخدمة

أهم أنواع البيانات التي تم استخدامها في هذه الدراسة هي:

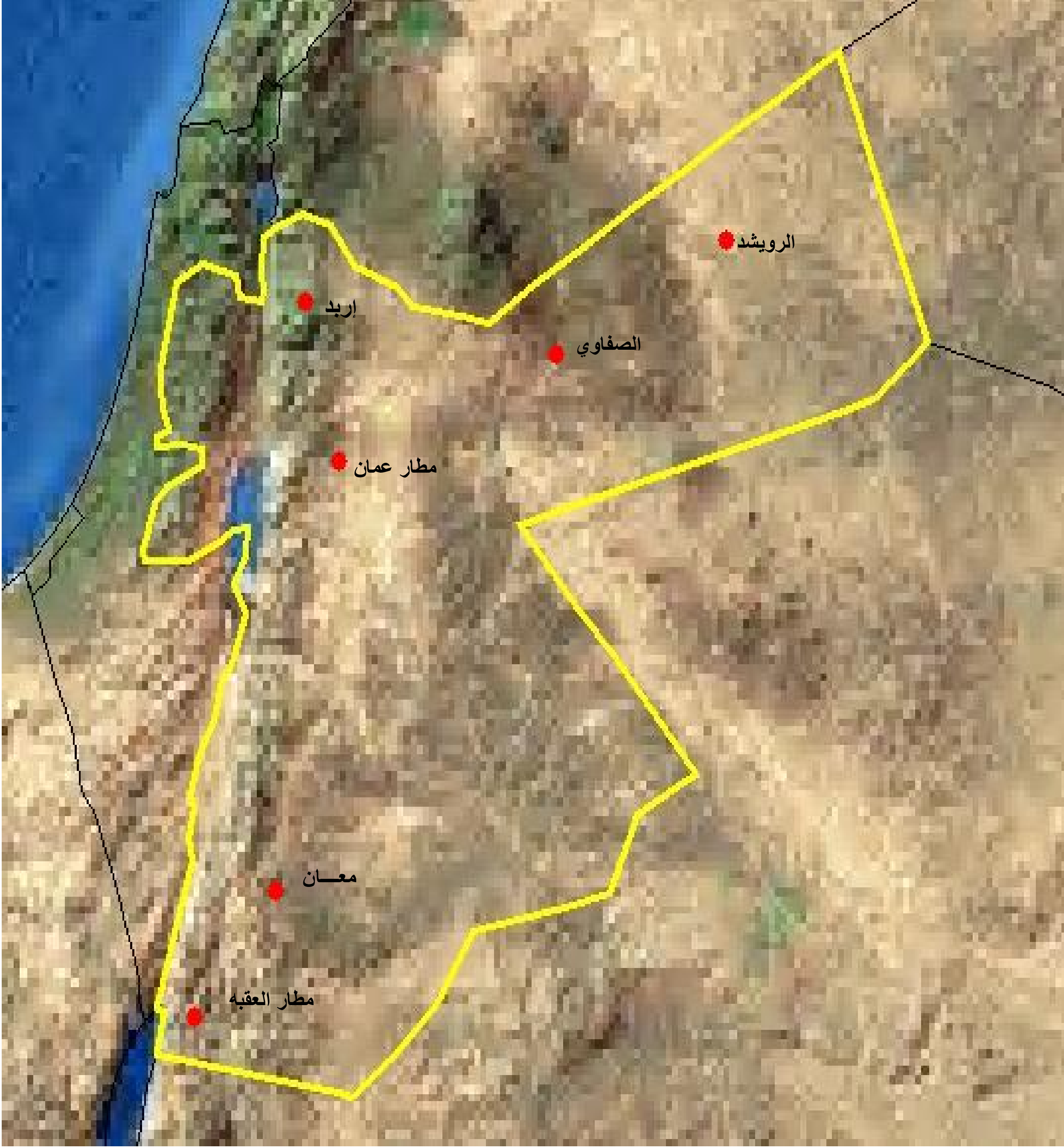
١- البيانات الخاصة بدرجة الحرارة العظمى اليومية والشهرية خلال الفترة الممتدة من(١٩٨٠-٢٠١٠) .

٢- خرائط الطقس السطحية والعليا خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠) .

جدول رقم (١)

المحطات المناخية المختارة لتمثل مناطق المملكة المختلفة

المحطة	خط الطول		دائرة العرض		الإرتفاع عن مستوى البحر/ متر
	دقيقة	درجة	دقيقة	درجة	
معان	٤٧	٣٥	١٠	٣٠	١٠٦٩
مطار عمان	٥٩	٣٥	٥٩	٣١	٧٦٦
إربد	٥١	٣٥	٣٣	٣٢	٦١٦
مطار العقبة	٠٠	٣٥	٣٣	٢٩	٥١
الرويشد	١٢	٣٨	٣٣	٣٢	٦٨٣
الصفاوي	٠٨	٣٧	١٢	٣٢	٦٧٢



الشكل (٢) الموقع الجغرافي للمحطات المناخية المختارة

ب. مصادر البيانات:

١. البيانات المنشورة والمتوفرة عن موجات الحر في دائرة الأرصاد الجوية الأردنية.

٢. البيانات المتوفرة عن الأوضاع السينوبتيكية خلال فصل الصيف والمتوفرة في دائرة الأرصاد الجوية الأردنية وغيرها من دوائر الأرصاد الجوية في الأقطار المجاورة وفي المراكز المناخية العالمية مثل دائرة الأرصاد الجوية العالمية (WMO) ، والمركز القومي للتنبؤات الجوية (NOAA).

٣- البيانات اليومية والشهرية المتوفرة عن بعض المحطات في الأردن من خلال الموقع الإلكتروني (http://www.tutiempo.net/en/Climate/Jordan,Asia)

ج. أسلوب التحليل:

تم استخدام عدد من الأساليب الإحصائية لتحليل البيانات بقصد:

- تحديد الاتجاه العام لدرجة الحرارة (General Trend) خلال فترة الدراسة وذلك باستخدام أسلوب الانحدار الخطي.
- استخدام اختبار (t) لاختبار الفرق بين المتوسط الحسابي لمعدل درجة الحرارة الشهري في فترتين زمانيتين متتاليتين هما(١٩٨٠- ١٩٩٤) و (١٩٩٥- ٢٠١٠).
- المتوسطات المتحركة لفترة الدراسة (١٩٨٠- ٢٠١٠) حيث تعتبر المتوسطات المتحركة من أفضل الأساليب الإحصائية لتحديد الإتجاه العام لدرجة الحرارة ، فقد استخدمه شحادة (١٩٧٨) في دراسة الإتجاهات العامة والحديثة للحرارة في بلاد الشام . وتمتاز بأنها تعطي

فكرة واضحة عن طبيعة الإتجاه العام لدرجة الحرارة والتقلبات الحرارية طويلة المـــدى التـــي ترافقة ، وقد استخدم في هذه الدراسة متوسطات متحركة طولها ٥ سنوات وذلك للبحـــث عـــن وجود دورة مناخية في السجل المناخي للمحطات وتحديد الإتجاه العام لدرجة الحرارة العظمـــى وتمثيلها برسومات بيانية .

- استخدام اسلوب الفروقات المتجمعة لكافة المحطات المستخدمة في الدراسة .
- تحليل خرائط الطقس السطحية والعليا التي تمثل موجات الحر التي تعرض لها الأردن خلال فترة الدراسة (١٩٨٠- ٢٠١٠) .

الفصـــــل الثـــاني

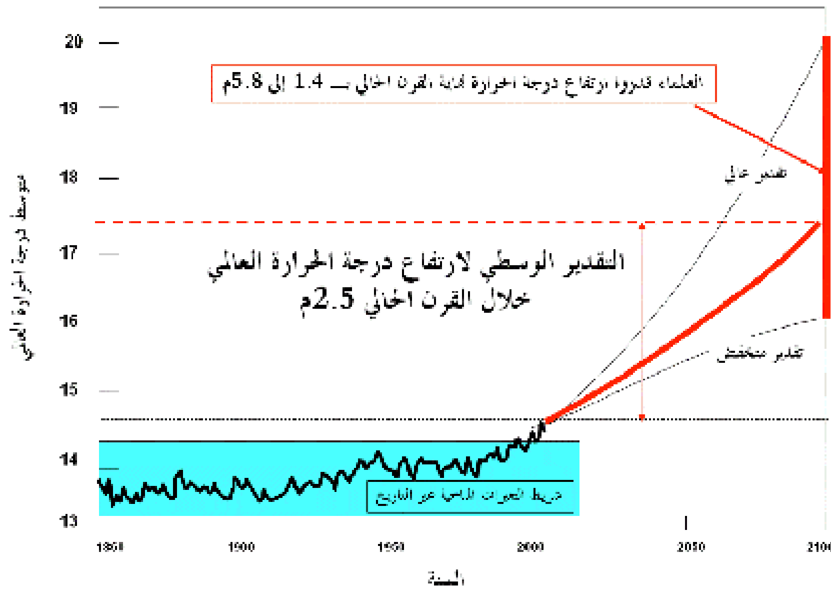
التغير المناخي في الحوض الشرقي للبحر الأبيض المتوسط

- التغير المناخي والإحتباس الحراري
- التغير المناخي في شرق البحر المتوسط
- أبعاد وتوقعات تغير المناخ في الحوض الشرقي للبحر المتوسط
- أثر التغير المناخي على الدول العربية

ما الذي يحدث في العالم الآن؟ مناطق تشهد سيولاً وفيضانات وأخرى تعاني من تصحر وجفاف؟ مساحات تنخفض فيها درجات الحرارة عن المعتاد بأكثر من ثلاثين درجة تحت الصفر، وأخرى ترتفع محدثة ذوباناً للجليد وحرائق في الغابات؟فما تفسير كل ذلك ؟

كل هذه التساؤولات تجتمع في إجابة واحده ألا وهي ظاهرة التغير المناخي ، هناك آراء مختلفة وأحياناً متضاربة بين العلماء والدراسات العلمية في تفسير تأثيرات ومخاطر التغيرات المناخية التي تشهدها الأرض منذ سنوات ، وما يترتب عليها من زيادة في درجة حرارة الأرض ، وزيادة الظواهر الطبيعية .

لم يكن التغير المناخي (Climate Change) في العقود الأربعة الأخيرة نظرية أو فرضيه فحسب بل هو واقع ملموس وأمر محسوس ، فالسجلات المناخية العالمية المئوية حافله بشواهد غنية وأدلة قطعية على أن عناصر المناخ تغيرت وأصبحت اكثر تطرفاً وعنفاً وخاصة درجة حرارة سطح الأرض والمحيطات . وما ذوبان الجليد القطبي والأنهار المتجمدة والذي اعقبه ارتفاع مستوى سطح البحر الا أدلة وشواهد محسوسة على التغير المناخي . كما أن درجة حرارة الارض خلال القرن العشرين أخذت بالإرتفاع بشكل متسارع أكثر من اي قرن مضى حيث ارتفع معدل درجة الحرارة بمقدار ٠,٦ درجة مئوية ، وتعتبر السنوات من عام (١٩٩٥-٢٠٠٦) حسب ما توصلت اليه الدراسات اكثر السنوات حرارة .(IPCC, 2007)



شكل (٣) التقدير المحتمل لإرتفاع درجة الحرارة العالمي

المصدر : IPCC, 2007

و يتسبب التغير المناخي في زيادة الظواهر المناخية الشديدة مثل موجات الحر والجفاف والفيضانات والأعاصير. وتشير اللجنة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC إلى أن عدد موجات الحر قد ازدادت منذ عام ١٩٥٠، وأن عدد الليالي الحارة قد ارتفع في جميع أنحاء العالم . ولعل موجة الحر التي إنتابت أوروبا الصيف الماضي (٢٠١٠) ووفاة الآلاف في فرنسا والبرتغال وأيطاليا بسببها هو خير دليل حي على أن التغييرات أصبحت واضحة.

التغير المناخي والاحتباس الحراري

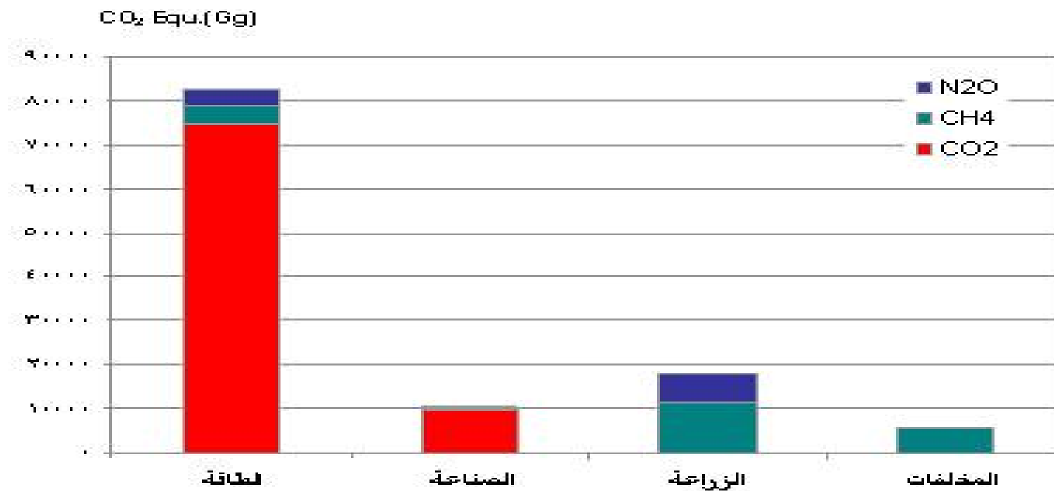
عادة ما يستخدم الناس المصطلحين بالتبادل ، على افتراض انهما يدلان على الأمر نفسه . لكن هناك فرق بين الإثنين اذ يشير الاحتباس الحراري الى ارتفاع متوسط درجـــة الحـــرارة قـــرب سطح الأرض ، أما التغير المناخي فيشير الى التغيرات التي تحدث في الغـــلاف الجـــوي مثـــل الزيادة أو النقصان في درجة الحرارة أوهطول الأمطار وغيرها من التغيرات التي يـــتم قياســـها على مدار عقود او فترات أطول. حيث باتت قضية الإحتباس الحراري أمر واقعي وحقيقي فـــي عالمنا ويشغل بآل الكثيريين وحتى الحكومات الدولية والمؤسسات العالميـــة ، ويعـــزى خبـــراء الأرصاد الجوية الأختلال المناخي إلى إنتهاك الدول الصناعية للقواعـــد البيئيـــة وإتـــساع ثقـــب الآوزون وتزايد انبعاث الغازات الدفيئة . والسبب الرئيسي في تفاقم هذه الظاهره يعود إلى زيادة قدرة الغلاف الجوي على حجز الأشعة الأرضية والإحتفاظ بها . فالتوازن الحـــالي لـــدرجات حرارة سطح الأرض ، راجع إلى أن الغلاف الجوي يمتص جزءاً من أشعة الشمس التي تـــصل إليه ويعكس جزءاً آخر ، وبهذا يتم المحافظة على درجة حرارة الأرض ، و لكن زيـــادة نـــسبة بعض الغازات التـــي تعـــرف " بالغـــازات الدفيئـــة " مثـــل ثـــاني أكـــسيد الكربـــون CO_2، الكلوروفلوروكربونية والميثان تساعد على زيادة مقدرت الغلاف الجوي على الإحتفاظ بالأشعة ، مما يعمل على ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي عن طريق امتصاص الأشعة المرتـــدة مـــن سطح الأرض لتعيدها مرة اخرى وتشعها بإتجاه الأرض . وتدخل هذه الغـــازات بالأصـــل فـــي تركيب الغلاف الجوي ولكن بنسب صغيره إلى جانب الغازات الأخرى حسب الجدول (٢) .

جدول رقم (٢)

الغازات التي تدخل في تركيب الغلاف الجوي المتجانس

الغاز	نسبة من حيث الحجم	جزء من المليون
النيتروجين	٧٨,٠٨	٧٨٠٨٤٠
الأكسجين	٢٠,٩٥	٢٠٩٤٦٠
الأرغون	٠,٩٣	٩٣٤٠
ثاني أكسيد الكربون	٠,٠٣	٣٥٠
النيون	٠,٠٠١٨	١٨
الهيليوم	٠,٠٠٠٥٢	٥,٢
الميثان	٠,٠٠٠١٤	١,٤
الكربتون	٠,٠٠٠١٠	١,٠
أكسيد النترات	٠,٠٠٠٠٥	٠,٥
الهيدروجين	٠,٠٠٠٠٥	٠,٥
الأوزون	٠,٠٠٠٠٠٧	٠,٠٧
الزينون	٠,٠٠٠٠٠٩	٠,٠٩

المصدر : (شحادة ،٢٠٠٩)



الشكل (٤) مصادر انبعاث غازات الإحتباس الحراري من الأنشطة الإنسانية

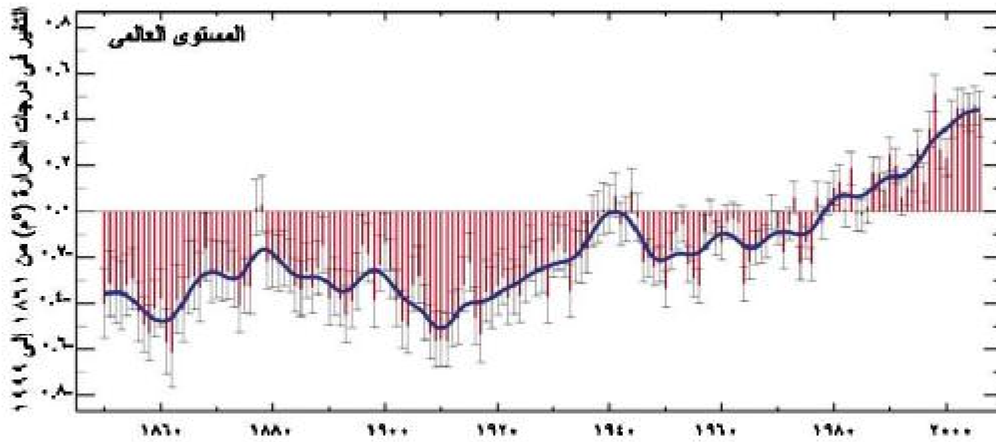
المصدر : (IPCC, 2007)

التغير المناخي في منطقة الحوض الشرقي للبحر المتوسط

يذكر كاراس أن من المتوقع أن تصل الزيادة المتوقعة لدرجة الحرارة بحلول عـام ٢١٠٠ إلـى ٤ مْ (Karas,J) ، وكما أن هذه الزيادة متوقعه أيضاً بالنسبة لحوض البحر المتوسـط وتمثـل معدلاً للزيادات المتوقعة من قبل عدد من النماذج المناخية (Hesselbjerg,J,2007) .

و لقد بلغ معدل زيادة درجة الحرارة خلال الخمسين عاماً السابقة (٠,١٣ درجة مئويـة ضـعف معدل الزيادة التي شهدها العالم خلال المائة عام السابقة. و بلغ اجمالى الزيادة بدرجات حـرارة الهواء ٠,٧٦ درجة مئوية خلال الفترة من عام ١٨٥٠ و حتى عام ٢٠٠٥. و قد كان للنصف

الشمالى من الكرة الأرضية النصيب الأكبر من ارتفاع درجات الحرارة و خاصـــة فـــى فـــصل الصيف ،كما أن درجات الحرارة الصغرى قد سجلت ارتفاع مستمر تم تقديره خـــلال الفترة من ١٩٥٠-١٩٩٣ بما يعادل ٠,٢ درجة مئوية، فى حـــين أن درجـــات الحـــرارة العظمى قد سجلت ارتفاعاً خلال نفس الفترة و تم تقديره بـــ ٠,١ درجة مئوية (IPCC,2007)



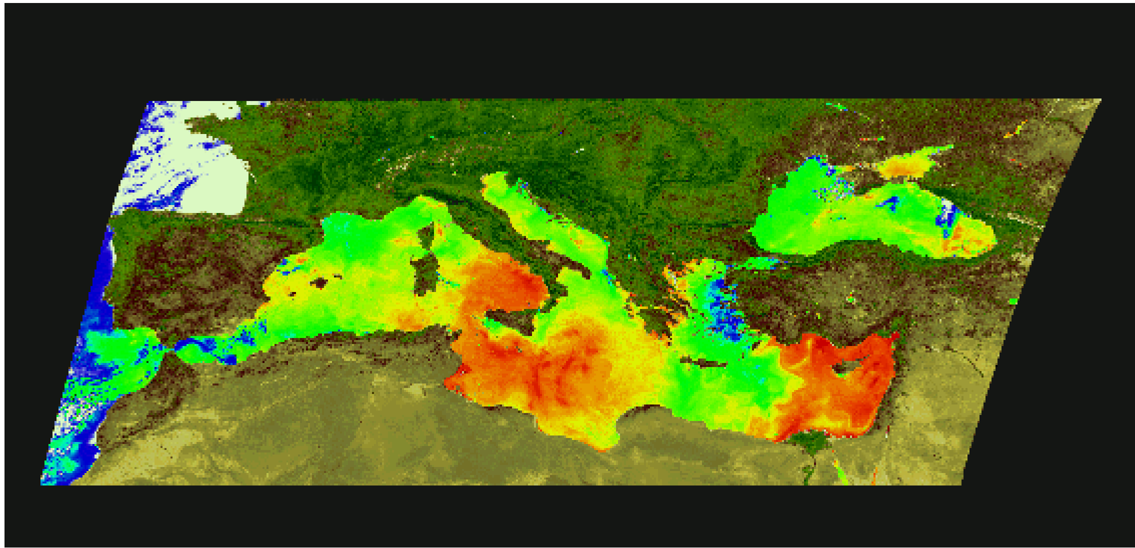
شكل (٥)

متوسط درجة حرارة سطح الأرض ودرجة حرارة سطح البحر

المصدر : (IPCC,2007)

و أغلب نتائج الدراسات التي تناولت درجة حرارة الغلاف الجوي في منطقة البحـــر المتوســـط تتفق على أن هناك اتجاهاً سلبياً في المنطقة الغربية منه، واتجاهاً إيجابياً في المنطقة الـــشرقية . حيث أخذت درجة حرارة الغلاف الجوي في شرق البحر المتوسط تمثل اتجاها إيجابي نحو الزيادة منذ بداية السبعينات إلى عام ٢٠٠٠م ، وكان عام ١٩٩٩ دافئا بصورة كبيرة في شـــرق البحر المتوسط وتعتبر تلك الزيادة متماثلة مع الزيادة العالمية في درجة الحرارة .ومن هنا يمكن

القول بأن أغلب الدول العربية معرضة للزيادة المتوقعة في درجة الحرارة العظمى والــصغرى وذلك بسبب قربها أو تأثرها بمناخ البحر الأبيض المتوسط . كما يظهر لنـــا الــشكل رقــم (٦) درجة حرارة البحر المتوسط حيث يظهر اللون الأحمر الذي يشير الي إرتفاع درجـــة الحـــرارة خاصة في في الحوض الشرقي للبحر .



شكل (٦) درجة حرارة البحر المتوسط في فصل الصيف

كما أن كثير من النماذج المناخية التي تستخدها جهات عالمية مشهورة مثل مركز هيدلي لعلــوم الغلاف الجوي ووكالة الفضاء الأمريكيه وغيرها ، تشير إلى أنه من المتوقع أن يتسبب التغيــر المناخي في الأقطار الواقعة شرقي البحر المتوسط مثل الأردن ، وفلسطين ، ولبنــان ،وســوريا إلى أرتفاع ملموس في درجة الحرارة سيصل في منتصف القرن الحالي إلى حوالي ١,٦ م – ٢ مْ ، فيما سيصل مع نهاية القرن الحادي والعشرين الى حــوالى ٤,٠ مْ . وبنــاءاً علــى تقريــر المنتدى العربي للبيئه والتنميه " أفد " لسنة ٢٠٠٩ ، يمكن القول صراحة أن البلدان العربيه هي

في اغلب الحالات تعد من البلدان الأكثر تعرضاً في العالم للتأثيرات المحتملة لتغيـر المنـاخ ، وأهم هذه التأثيرات ارتفاع معدل درجات الحرارة ، وانخفاض كمية الأمطار مع اضطراب فـي وتيرتها وارتفاع مستويات البحار في منطقة تعاني أصلاً من القحل وموجات الجفاف ، وموجات الحر المتكرره، وشح المياه . وكما أشار فريق الباحثين في الهيئة الحكوميه المـشتركة للتغيـر المناخي إلى أن الأعوام الثلاثين الماضية زاد فيها معدل درجات الحرارة فـي منـاطق العـالم العربي درجتين مئويتين وهو ما يمثل الزيادة الأعلى في مقياس الارتفاعات في درجات الحرارة في العالم وهذا ما يتكامل مع الزيادة في روسيا والصين وأمريكا الشمالية بينما كانت الزيادة اقـل في القارات الأخرى .وكما توضح الأدله المرصودة في القارات كافة ،وفي معظم المحيطات أن العديد من الأنظمة الطبيعية تتأثر حالياً بالمتغيرات المناخية الإقليمية ، خاصة بإرتفـاع درجـة الحرارة وزيادة موجات الحر (heat waves) ،حيث كشفت دراسة علمية أجريت مؤخراً عـن تزايد موجات الحر التي تتعرض لها مناطق شرق حوض المتوسط خلال العقود الخمسة الأخيرة وبحسب مختصين، "تتزايد موجات الحر مع ارتفاع درجات الحرارة على المـستوى العـالمي، وهي تؤثر بشكل واضح على مختلف عناصر البيئة، إذ قد يكون لها عواقب خطيرة على صـحة البشر والمصادر المائية واستخدام الطاقة وغير ذلك ، وكما أشارت نتائج الدراسة التي نـشرتها دورية اتحاد الجيوفيزيائيين الأميركي "رسائل بحثية جيوفيزيائية" إلى ارتفاع عدد موجات الحـر التي تعرض لها حوض شرق المتوسط منذ ستينيات القرن الماضي بشكل كبير، مع تزايد واضح في شدتها وفي طول مدتها، وخصوصاً غرب البلقان، وغرب تركيا وفي الجنوب الغربي منهـا، وعلى طول الساحل الجنوبي للبحر الأسود " (Kuglitsch , ٢٠١٠) .

وبالتالي فأن معظم الدراسات والتقارير العلمية تتوقع إزدياد موجات الحر التي ستتعرض لها أقطار شرق المتوسط سنوياً ، وتصبح أكثر شدة منها في الوقت الحاضر كما أن معظمها سيقترن بتعمق المنخفض الموسمي وأمتداد ذراع منه بإتجاه الشمال الغربي نحو الأردن وسوريا ولبنان وفلسطين . ويصل ذلك الذراع أحياناً إلىً اليونان وهذا يؤدي إلى ارتفاع كبير في درجة الحرارة وفي الرطوبة النسبية ، وأذا اقترن ارتفاع درجة الحرارة بارتفاع في الرطوبة النسبية فإنه يجعل احساس الناس اشد بارتفاع الحرارة مع الإحساس بالضيق والإنزعاج أما بالنسبة للتغيرات التي تمت مراقبتها في الأردن فيما يتعلق بدرجة الحرارة وهطول الأمطار فقد أظهرت دراسة حول البلاغات الوطنية الثانية الخاصة بجرد انبعاثات وامتصاص الغازات الدفيئة والأثار المتوقعة من ظاهرة التغير المناخي التي اعدتها وزارة البيئة ، وجود اتجاهات سائدة نحو الارتفاع في درجات الحرارة إلى حد كبير في معظم محطات الأرصاد الجوية ، وكذلك تناقص كميات الهطول ؛ إذ ورد في استراتيجية المياه في الأردن للفترة الممتدة بين الأعوام ٢٠٠٨-٢٠٢٢ أن الأردن يعتبر من بين الدول الأربع الأكثر فقراً في الموارد المائية في العالم .

وفيما يخص التأثيرات المتوقعه لتغير المناخ على الأردن ، فقد اشار التقرير الوطني الخاص بالمناخ والذي تضمن دراسات علمية واصدرته وزارة البيئة الاردنية ، أن الاردن لا يساهم الا بقدر ضئيل من الغازات المسببة لظاهرة تغير المناخ حيث يصل مستوى الإنبعاثات سنوياً إلى ٢٠ مليون طن من ثاني اكسيد الكربون. وعلى الرغم من أن الاردن يعتبر قليل المساهمه في ظاهرة تغير المناخ على المستوى العالمي الا أنه من الدول الأكثر تضرراً من هذه الظاهرة خلال السنوات الأربعين الماضيه ، حيث اظهرت مقارنات لمحطات رصد درجات الحرارة في الاردن زيادة بنسب تتراوح ما بين ٠,٤ و ٢,٨ درجات مئويه في كافة محطات الرصد مما يشير إلى حدوث زيادة فعلية في درجات الحرارة نتيجة لظاهرة تغير المناخ التي تتأثر بها الكرة

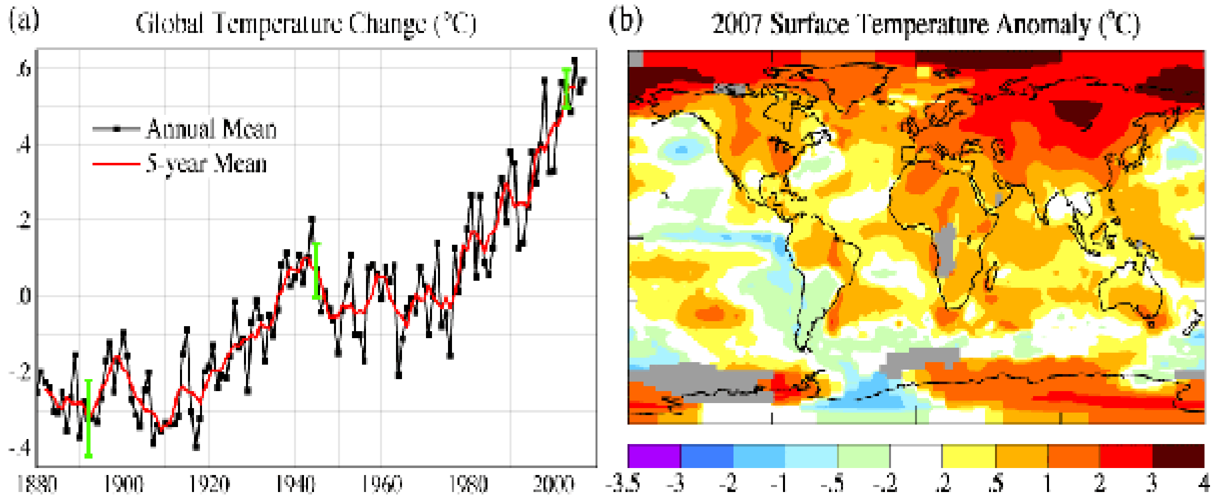
الأرضية بشكل عام ، وفي الاردن بالذات فإن هذه التأثيرات سـوف تـصيب بـشكل اساسـي قطاعات الزراعة والمياه والصحة العامة ، بالإضافه إلى التراجع المتوقع في هطـول الأمطـار خاصة في المناطق القاحله وشبه القاحلة ، وتكرار موجات الحر وزيادة شدتها ومدتها وطولها ، وزيادة الظواهر المناخيه المتطرفة الأخرى ، ففي صيف عام ٢٠١٠ أشارت دائـرة الأرصـاد الجويه الأردنية إلى أن شهر آب من تلك السنة هو الاشد حرارة ، حيـث لـم تهـبط درجـات الحرارة إلى معدلها السنوي طوال الشهر وبقيت فوق معدلها السنوي بنسب تراوحت بين ٣-١١ درجة مئويه .فقد سجلت أعلى درجة حرارة خلال هذه الموجة في مدينة عمـان حيـث بلغـت (٤٣,٥) درجة مئوية ، كما أن درجة الحرارة هذه كسرت كل الأرقام خاصة في عمان والتـي لم تشهد لها مثيل منذ عام ١٩٧٠ كما امتازت بشدتها وطول مدتها . وكان ذلك متفقـاً مـع مـا توقعته الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجـوي (NOAA)[1] حيـث توقعـت أن درجـة الحرارة لسنه ٢٠١٠ ستسجل حداً عالياً وغير مسبوق ، وبالفعل كان معدل درجة حرارة الاشهر الخمسه الأولى منها الأعلى منذ بداية عمليات الرصد الجوي وأعلى من متوسط درجـة حـرارة القرن العشرين بحوالي ١,٢ ف ، كما أن موجة شهر أغسطس /آب ٢٠١٠ لم تقتصر فقط على الاردن بل شملت اقطار الحوض الشرقي للبحر المتوسط ، وارتبطت تلك الموجـه بتمـدد ذراع ضخم من منخفض الهند الموسمي بإتجاه الشمال الشرقي متسبباً في اندفاع كتلـة ضـخمة مـن الهواء المداري الحار بإتجاه المنطقة مما أدى إلى ارتفاع درجة الحرارة إلى حد غيـر مـسبوق منذ بداية السجل المناخي .

---

١)NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration's

وقد حملت النتائج لسيناريوهات التغيرات المناخية لفلسطين ما يتوافق مع ما نشر مـن ابحـاث خاصة بحوض شرق البحر الأبيض المتوسط ، والتي توقعت ازدياد معدل درجات الحرارة بمـا يتراوح بين ٠,٥ – ٠,٨ درجات مئوية وانخفاض معدلات الهطول بما يتراوح بين ١٠% - ٢٠ % وسوف يصاحب هذا التغير المتوقع ازدياد في حالات التطرف المناخي . إن هذا الـسيناريو المتوقع من المحتمل أن تكون له نتائج سلبية على توفر المياه بشكل أساسـي وخاصـة الميـاه الجوفية التي تعتمد على التهطال، وإن ارتفاع درجات الحرارة سينعكس سلباً علـى الأراضـي الزراعية وإنتاج المحاصيل وسيزيد من رقعة الأراضي الجافة (التصحر). إن ارتفـاع درجـات الحرارة سيؤدي إلى زيادة الطلب على الطاقة بما يحمله هذا الأمر من التزامات متسارعة علـى عاتق صانع القرار. كما لها تأثير على الصحة العامـة وغيرهـا مـن التـأثيرات الاقتـصادية والإجتماعية والبيئية . وفي عام ٢٠٠٩ أصدر خبراء المناخ في الإداره الوطنيه للمحيط والمناخ (NOAA) في الولايات المتحده الأمريكية دراسة توقعوا فيها أن يكون العام (٢٠١٠) الاشد حرارة مقارنة بالسنوات العشر االسابقة من القرن الواحد والعشرين .

ويبين الشكل رقم (٧) متوسطات درجات الحرارة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية خلال الفترة ١٨٨٠- ٢٠٠٠ وقد تم الحصول على البيانات التي تم إعداد الشكل في ضـوئها ، مـن قراءات دقيقة بالثيرموميتر ، وفي المسطحات المائية من سفن خاصة بالأرصاد الجوية .



شكل رقم (٧) a) التغير في متوسط درجة الحرارة العالمية المرصودة للفترة ١٨٨٠ -٢٠٠٠

، b) شذوذ درجة حرارة السطح في ٢٠٠٧

المصدر : (NASA GISS 1, 2008)

ونلاحظ كذلك أن أثار التغير المناخي بدأت تصيب لبنان أيضاً ، حيث تتوقع الدراسات حول التغير المناخي في لبنان أنه سيحدث تغييرا في الامطار وارتفاع الحرارة بمعدل ٢ الى ٤ درجات اذا استمر ارتفاع ثاني اوكسيد الكربون . ولعل اهم الانعكاسات لارتفاع درجات الحرارة في لبنان، هي على الثلوج وتأثيرها على تغذية الينابيع والانهار، فعندما ترتفع درجات الحرارة في الربيع والصيف، في وقت الحاجة الى المياه تذوب الثلوج ويغذي ذوبان الثلوج معظم الانهار بما فيها الليطاني والعاصي، مما يجعل فيضانات الانهر اكبر، وهي مشكلة لا يستهان بها، من هنا فإنّ المشكلة المائية هي احدى اهم المشكلات البيئية من حيث حجمها واسبابها وابعادها وكيفية مواجهتها، خصوصا ان كميات استهلاك المياه تزداد يوميا، وكذلك فقدان الغطاء الثلجي من أبرز الآثار السلبية للتغير المناخي في لبنان ، نتيجة الاحترار العالمي، فالثلج يلعب دوراً

كبيراً في الاقتصاد اللبناني، حيث يوجد ستة منتجعات تزلج، تجذب العديد من السواح، وتــؤمن مورد رزق للمجتمعات الريفية.

وأما بالنسبة للتغير المناخي في مصر فيكمن تأثيره على الموارد المائيــة ، مــن خــلال زيــادة الضغط على مصادر المياه نتيجة حدوث تغير في كميات وأماكن سقوط الأمطــار ومواســمها ، حيث تشير بعض الدراسات إلى أحتمالية نقص تدفق المياه إلى نهر النيل بمعدل قد يــصل إلــى حوالي ٦٠% ، كذلك من الآثار المحتملة للتغير المناخي التأثير على الزراعة والثروه الحيوانيــة ومصادر الغذاء نتيجة إرتفاع درجات الحرارة وتكرار موجات الحر وزيادة معــدلات التبخــر ، بالإضافة إلى التأثيرعلى المناطق الساحلية ، حيث شهدت مصر غرق بعض المناطق المنخفضة في شمال الدلتا وبعض المناطق الساحلية الأخرى .



شكل (٨) أهم دلتاوات العالم المهددة بالغرق نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر

المصدر : (IPCC,2007)

أبعاد وتوقعات تغير المناخ في حوض البحر الأبيض المتوسط

١- ارتفاع درجات الحرارة ما بين 1.5 - ٤ مْ خلال القرن العشرين.

2- تناقص هطول الأمطار في جنوب شرق البحر الأبيض المتوسط .

٣- زيادة ملحوظة في تكرار الظواهر المناخية المتطرفة مثل موجات الحر والجفاف .

٤- إرتفاع مستوى سطح البحر في السواحل الشرقية للبحر الأبيض المتوسط خلال القرن العشرين

٥- تسارع ظاهرة التصحر

أثر التغير المناخي على الدول العربية

المناطق الساحلية

المناطق الساحلية في الاقليم العربي ذات أهمية بالغة. ويبلغ الطول الاجمالي للسواحل العربية ٣٤ ألف كيلومتر، منها ١٨ ألف كيلومتر مسكونة. كما أن غالبية المدن الكبرى والنشاط الاقتصادي في الاقليم هي في المناطق الساحلية. وتقع الأراضي الزراعية الخصبة الفسيحة في مناطق ساحلية منخفضة مثل دلتا النيل، كما تعتمد النشاطات السياحية الشائعة على أصول بحرية وساحلية مثل الشعاب المرجانية والأنواع الحيوانية المرتبطة بها. والبلدان العربية كل على حدة سوف تتأثر بشكل متفاوت في ظل توقعات متنوعة لارتفاع مستويات البحار المتعلق بتغير المناخ.وبالنسبة الى تأثير ارتفاع مستويات البحار، فإن اقتصاد مصر هو الأكثر تعرضاً الى حد بعيد: مقابل ارتفاع مستويات البحار متراً واحداً، يكون أكثر من ٦ في المئة من ناتج مصر

المحلي الاجمالي في خطر، وهذه النسبة ترتفع الى أكثر من ١٢ في المئة مقابل ارتفاع مستويات البحار ٣ أمتار. وفي ما يتعلق بالقطاع الزراعي، سوف تكون مصر الأكثر تأثراً بارتفاع مستويات البحار. فأكثر من ١٢ في المئة من أفضل الأراضي الزراعية في دلتا النيل هي في خطر من ارتفاع مستويات البحار متراً واحداً.

الموارد المائية

يعاني الوطن العربي من شح الموارد المائية ، حيث أن الموارد المائية المتاحة أدنى من ١٠٠٠ متر مكعب للفرد سنوياً في جميع البلدان العربية باستثناء العراق ولبنان وسورية. وعلى الرغم من أن الاقليم العربي يحتل 10 في المئة من الكوكب، فهو يحوي أقل من ١ في المئة من موارد المياه العذبة في العالم. والتأثيرات المتوقعة لتغير المناخ في الاقليم العربي، خصوصاً ازدياد درجات الحرارة وانخفاض الهطول ، من شأنها أن تفاقم حالة التأثر الحرجة أصلاً، وتعمل على زيادة الضغط على موارد المياه العذبة المحدودة، حيث إن كمية الموارد المائية العذبة ونوعيتها في خطر. وارتفاع معدلات النمو السكاني في العالم العربي وارتفاع معدل الاستهلاك الفردي للمياه العذبة يجعلان المشكلة مزمنة ويفاقمان تأثيرها، إذ أن نحو ٨٠ في المئة من الموارد المائية العذبة مخصصة للزراعة .ومن المتوقع أن يؤثر تغير المناخ على تدفق الأنهار، مما قد يسبب نواقص مائية (في حال انخفاض هطول الأمطار).

صحة البشر

بدأ العلماء يدركون أن تغير المناخ يشكل عامل خطر على صحة البشر. وهذه التأثيرات الصحية قد تكون مباشرة، كما في الأحداث المناخية المتطرفة كالعواصف والفيضانات وموجات الحر، أو غير مباشرة كالتغيرات في نطاقات ناقلات الأمراض (مثل البعوض) ومسببات الأمراض التي تنقلها المياه ونوعية المياه ونوعية الهواء وتوافر الغذاء ونوعيته. وقد أظهرت

الأبحاث التي أجريت في البلدان العربية أن تغير المناخ يؤدي دوراً مهماً في تفشي الأمراض المُعدية التي تحملها الناقلات، مثل الملاريا والبلهارسيا (مصر، المغرب، السودان). وهو يؤثر أيضاً على التركيزات الموسمية لبعض المواد المثيرة للحساسية في الغلاف الجوي، مما يسبب ردود فعل مثيرة للحساسية وأمراضاً رئوية (لبنان، السعودية، الامارات)، ويزداد تأثير موجات الحر على صحة الجمهور، خصوصاً في البلدان العربية التي تعاني من مناخات صيفية حارة.ومن المتوقع أن تصبح موجات الحر أكثر شدة وأكثر تكراراً وأطول مدة نتيجة تغير المناخ.

السيـــاحة

السياحة مهمة لعدد من الاقتصادات العربية لكنها، مثل معظم قطاعات النشاط الاقتصادي، تتعرض لتأثيرات تغير المناخ.حيث أن السياحة تعتمد بدرجة كبيرة على المناخ، وباستعمال مؤشر للعوامل المناخية المتنوعة، فإن "مؤشر الراحة السياحية" يقيس درجة المتعة المناخية في موقع معين. لكن مع تغير المناخ، تتغير هذه العوامل .و مؤشر الراحة السياحية قد ينخفض في العالم العربي خلال العقود المقبلة، ، حيث يكون السبب هو التغير المناخي. وكثير من التغيرات المناخية المتوقعة في العالم العربي سوف تؤثر على جاذبية المقاصد السياحية العربية. ومن الأمثلة على ذلك ارتفاع حرارة فصول الصيف، وموجات الجفاف، والأحداث المناخية المتطرفة وشح المياه وتدهور النظم الايكولوجية. والشعاب المرجانية هي مفاتن سياحية مهمة لمصر والأردن، لكنها في الوقت ذاته، معرضة الى أبعد الحدود للتغيرات المناخية، التي تحدث نتيجة ازدياد درجات الحرارة وارتفاع حموضة المحيطات، مما يساهم في ابيضاض الشعاب المرجانية. كما أن تآكل الشواطئ يشكل خطراً على جاذبية المناطق الساحلية.

الفصـــــــل الثالث

مناخ الاردن والظروف السينوبتيكية المرافقه لموجات الحر

- موقـــــع الأردن ومناخـــــه
- العوامل المؤثرة على مناخ الأردن
- الظـــــروف السينوبتيكيـــــة
- أنظمة الضغط الجوي السطحيـــة
- حالـــة طبقـــات الجو العليـــا
- تصنيف حركة الهواء حسب مسارها

موقع الأردن ومناخه

يقع الأردن على بعد حوالي ٨٠ كيلو متر عن البحر المتوسط بين دائرتي عرض ١١ ْ29 إلى ٢٢ ْ33 شمالاً ، و خطي طول ١٩ ْ34 إلى ١٨ ْ39 شرقاً كما يظهر في الشكل رقم (٩) ،ومعنى هذا أن الأردن يقع على الطرف الشمالي للإقليم الصحراوي والطرف الجنوبي لإقليم البحر المتوسط . وتتراوح الإرتفاعات من -٤٠٠ م (تحت متوسط مستوى البحر) في البحر الميت إلى ١٧٥٠ م في رم . " وتمتد المظاهر التضاريسيه في الأردن امتداداً طولياً من الشمال إلى الجنوب حيث أن المؤثرات البحرية تأتي من الغرب أي من البحر المتوسط ، وهو المسطح المائي الوحيد الذي له أثر على الأحوال المناخيه في الأردن أما المسطحات المائيه الأخرى مثل البحر الأحمر في خليج العقبة او البحر الميت فان تاثيرهما معدوم تقريبا " (فايد ،١٩٧١) .

و يسود مناخ البحر المتوسط في معظم المرتفعات الجبلية الأردنية ، ويمتاز مناخها خلال فصل الصيف بالإعتدال ،ويؤدي بعد الأردن عن البحر المتوسط وانفصاله عنه بسلسلة المرتفعات الغربيه الى قارية المناخ وزيادة المدى السنوي لدرجة الحرارة وانخفاض الرطوبه النسبية في الصيف والى تناقص الأمطار من الغرب الى الشرق ، إلا أن تلك المرتفعات تتعرض خلال فصل الصيف الى بعض موجات الحر الشديده التي تسبب للسكان ضيقاً وأنزعاجاً كبيرين ، وأن تأثير تلك الموجات لا يقتصر على الأردن وحده بل يصل الى معظم اقطار الحوض الشرقي للبحر المتوسط ويصل في بعض الأحيان الى اليونان وايطاليا .وقد يمتد فصل الصيف في الأردن من منتصف شهر أيار لنهاية شهر أيلول ،ويصل إلى ذروته أثناء شهر آب ، حيث تتعدى

درجات الحرارة خلال النهار ٣٦ درجة مئوية ، و المعدل أكثر من ٣٢ درجة . و يكون الضغط الجوي متماثل نسبيًا .



شكل (٩) موقع الأردن بالنسبة للبحر الأبيض المتوسط

العوامل المؤثره على مناخ الأردن والمحدده لموجات الحر

يمكن تصنيف العوامل المؤثرة على مناخ الاردن إلى عوامل جغرافية ثابته وعوامل أخـرى سينوبتيكيه .

العوامل الجغرافيه الثابته :

وأهم هذه العوامل والتي تؤثر على مناخ الأردن هي الموقع، و التضاريس ، و القرب أو البعـد عن المسطحات المائيه .

- **الموقـــــــع**

يلعب موقع الأردن الفلكي دوراً كبير في تحديد أنظمة الضغط الجوي التي تؤثر عليه على مدار العام . حيث تتزحزح النطاقات العامه للظغط الجوي والرياح المصاحبه لها نحـــو الـــشمال فـــي فصل الصيف ونحو الجنوب في فصل الشتاء مما يؤدي إلـــى وقـــوع الأردن ضـــمن نطاقـــات الضغط المداري المرتفع في فصل الصيف وضمن الأقاليم المعتدله في فصل الـــشتاء . ويـــؤدي وقوع الأردن ضمن نطاقات الضغط المرتفع في الصيف إلى جفاف المناخ ، وهـــدوء الريـــاح ، وقلة الغيوم ، وإزدياد عدد ساعات النهار ، وزيادة الإشعاع الشمسي ، وإرتفاع درجات الحراره العظمى إلى مستويات عاليه يصاحبها تأثر الأردن خلال هذه الفتره بالعديد من موجات الحـــر . أما خلال فصل الشتاء فإن نطاق الضغط المداري المرتفع يتحرك نحو الجنـــوب ويقـــع الأردن ضمن نطاق الرياح الغربيه ويتعرض الى المنخفضات الجويه التي تتكون في الحوض الأوســـط للبحر المتوسط وتتحرك بإتجاه الشرق والشمال الشرقي كما يجعلـــه يقـــع إلـــى الجنـــوب مـــن المسارات الرئيسيه التي تسلكها المنخفضات الجويه فـــي حـــوض البحـــر المتوســـط ، فمعظـــم المنخفضات تنجذب عند وصولها الحوض الشرقي المتوسط بإتجاه المنخفض الفبرصي

(Cyprus Low) حيث تتمركز لمدة يوم أو إثنين قبل أن تتحرك نحـــو الـــشمال الـــشرقي ، وبسبب هذا الموقع فإن الأردن يتأثر بالعديد من أنظمة الضغط الجوي السطحيه والعلويه علـــى الإرتفاعات المختلفة ، مثل إمتداد المنخفض الموسمي عبر الجزيرة العربيه نحو الغرب ويجعـــل منطقة شرق المتوسط بما فيه الأردن عرضه للرياح الشرقيه والشماليه الشرقيه الحارة والجافـــة المصاحبه له ، وكذلك إمتداد المنخفض الحراري السعودي يجعل الأردن عرضه للرياح الشرقيه والجنوبيه الشرقيه المصاحبه للمنخفض الذي يتشكل في منطقة الجزيره العربيـــة خـــلال أشـــهر

الصيف .كما يؤدي بعد الأردن عن البحر المتوسط وإنفصاله عنه بسلسلة المرتفعات الغربيه إلى قارية المناخ وزيادة المدى السنوي لدرجة الحرارة وإنخفاض الرطوبه النسبية فـــي الــصيف ، وكذلك وقوع الأردن إلى الشمال من البحر الأحمر يجعله عرضـــة للتـــأثر بالريـــاح الـــشرقية والجنوبيه الشرقيه الحارة والجافة والمصاحبه لالإمتداد منخفض البحر الأحمـــر نحـــو الـــشمال مؤديه إلى سيادة وسيطرة طقس حار وجاف مع إمكانية حدوث حالة من عـــدم الإســـتقرار فـــي الغلاف الجوي فوق المنطقه .

- التضاريـــــــس

تعتبر التضاريس أكثر العوامل الجغرافيه تأثيراً على عناصر المناخ الرئيـــسية كمـــا تعتبـــر الضابط الأساسي للأحوال المناخيه في الأردن ، لذلك فإن التوزيع الجغرافي لتلك العناصـــر يأخذ شكل نطاقات طوليه تمتد من الشمال إلى الجنوب. ويؤثر عامل الأرتفاع على المعدلات السنويه لدرجة الحرارة والأمطار تأثيراً كبيراً ، فالمعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى في محطة إربد التي تقع على إرتفاع ٦١٦ م لا يتجاوز ٢٣,١ ْم فقط . ومن هنا يلعـــب عامـــل التضاريس دور كبيراً في تحديد معدلات درجات الحرارة وتباينها كما يظهر أثـــر التبـــاين التضاريسي واضح على تنوع أقاليمه المناخيه وتعددها . ففي االمناطق المرتفعـــه تـــنخفض حرارة الهواء عادة بينما ترتفع في السهول والأوديه والمنخفضات غيـــر أن هـــذه القاعـــدة العامه قد لا تنطبق أحياناً في بعض الأماكن لسبب ما . فمثلاً – قد تنخفض حـــرارة الهـــواء في بطون الأودية أثناء الليل عن درجة الحرارة فوق سفوح المرتفعات المحيطه بها بسبب

(نسيم الجبل) وهو انزلاق كميات الهواء البارد من أعلى المرتفعات إلى بطـون الأودية ليلاً . لذا يمكن تلخيص أثر مظاهر السطح (التضاريس) على مناخ الأردن إلى ما يلي:-

١- تمتد مظاهر السطح الرئيسيه في الأردن من الشمال إلى الجنوب بإتجـاه متعامـد مـع المؤثرات البحريه القادمه من الغرب إلى الشرق وهذا الإمتداد يخلق التدرج فـي كمية الأمطار وإختلاف درجة الحرارة .

٢- تتميز السفوح الغربية في الغور الأردني بأنها ذات إنحـدارات شـديدة ، أمـا السفوح الشرقية في الجبال الشرقيه فإن أنحدارها تدريجي ، وهذا الإختلاف من الإنحدار له دور هام فيما يتعلق بزاوية سقوط أشعة الشمس .

٣- لا توجد إرتفاعات شاهقة في الأرن ونجد أن الإرتفاعات التي تزيد عن1500 متر فـوق سطح البحر تحتل مساحه محدودة والمتمثلة بجبال الشراه بينما نجد نـسبة كبيـرة مـن أراضي الأردن تقع على إرتفاعات تتراوح بين ٥٠٠- ١٠٠٠ متر وهذه الإرتفاعات لها دور كبير في إختلاف درجة الحرارة وكمية الأمطار.

٤- من أهم مظاهر السطح في الأردن منطقة الغور التي تقع دون مستوى سـطح البحـر ، وهذا الإنخفاض يؤثر على عناصر المناخ في الأردن خاصة درجة الحرارة والأمطار ، فنلاحظ إرتفاع درجات الحرارة في الصيف والشتاء ، ونقص كمية الأمطار .

- القرب أو البعد عن المسطحات المائيه

يعتبر توزيع اليابس والماء على سطح الأرض أهم عامل يتحكم في المناخ بعد الموقـــع ، أما بنسبه للقرب أو البعد عن المسطحات المائيه يظهر أثـــر هـــذا العامـــل عنـــد ملاحظـــة الأختلاف بين متوسطات الحرارة في كل من الجهات الداخلية والساحلية والنظـــام اليـــومي والفصلي لتوزيعها . فتتميز الجهات الداخلية بتطرف حرارتها وبكبر المدى الحراري اليومي والفصلي لهوائها ،أما الجهات الساحلية فتتميز بإعتدال حرارتها وبصغر المـــدى الحـــراري اليومي والفصلي بها ، وكذلك تأخر شهر الحرارة العظمى في الجهات الساحلية عنـــه فـــي الجهات الداخلية ، وهذا الاختلاف يعزى إلى تأثر الجهات الساحلية بنـــسيم البـــر و البحـــر وأنتقال الهواء نحو الساحل محملاً بكميات من بخار الماء تساعد علـــى تنظـــيم كـــل مـــن الإشعاعين الشمسي والأرضي وهذا يقلل الفرق بين أعلى درجة حرارة أثناء النهـــار وأقـــل درجة حرارة أثناء الليل (تقليل المدى الحراري اليومي) ، أما تأخر شهر الحرارة العظمـــى في الجهات الساحلية فيعزى إلى أن مياه البحر تستطيع الاحتفاظ بالحرارة مدة أطـــول مـــن اليابس وبالتالي يمتد تأثيرها في حرارة الهواء فوقها إلى وقت متأخر وينتقل هذا التأثير إلـــى الجهات الساحلية . (أبو العطا – ١٩٧٠) وما سبق ذكره ينطبق على مناخ الأردن ،حيـــث أن المؤثرات البحريه تأتي من الغرب (البحر المتوسط) وهو المسطح الوحيد الذي له تأثير على مناخ الأردن .

جدول رقم (٣)

البعد أو القرب عن المسطحات المائية

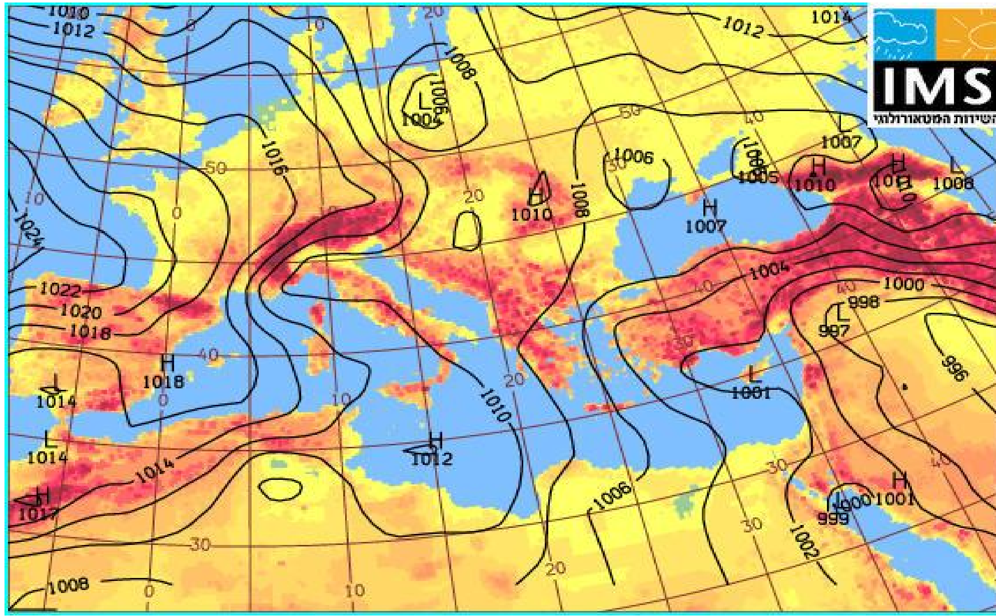
المحطه	الإرتفاع عن سطح البحر (متر)	البعدعن ساحل البحر المتوسط (كم)	معدل درجة الحرارة السنوي (Cْم)	أشد الأشهر حرارة	المدى الحراري (C ْ م)
مطار عمان	٧٦٦	١١٥	١٧,٣	آب	١٤,١
أربد	٦١٦	٩٠	١٧,٧	آب	١١,٩
الصفاوي	٢٧٢	٢٢٠	١٨,٩	تموز	١٦,٢
الرويشد	٦٨٣	٣١٠	١٨,٨	تموز	١٧,٨

المصدر : دائرة الأرصاد الجوية الأردنية

الظـــــــروف السينوبتيكيـــــة

يركزهذا الفصل على دراسة وتحليل الظروف السينوبتيكيه وأنظمة الضغط الجوي السطحية والعليا التي تسود في فصل الصيف والتي تؤثر على حدوث موجات الحر . فمـــا أن ينتهـــي فصل الشتاء ،حتى تبدأ أنظمة الضغط الجوي التي كانت ســـائدة فـــي الـــشتاء بالإنحـــسار والتراجع تاركه المجال لأنظمة ضغط جوي جديدة بالسياده والتأثير ، مع ما يـــصاحبها مـــن احوال جوية متميزة ومختلفة عن الأحوال التي كانت سائدة خلال فصل الـــشتاء . فـــضعف

جبهة البحر المتوسط وتزحزها نحو الشمال وقلة أو انعدام المنخفضات الجويـــة وانحـــراف مسارها نحو الشمال الشرقي يجعل الأردن عرضة للتأثر بأنظمة جديدة من الضغط الجـــوي ،يصاحبها ظروف جوية تمتاز بالإستقرار وارتفاع درجات الحرارة، كما تؤدي هذه الأنظمة وتساعد في حدوث موجات الحر التي تؤثر على المملكة، كما يظهر في الشكل (١٠) تـــأثير المنخفض الموسمي على شمال شرق أوروبا وعلى الحوض الشرقي للبحر المتوسط .



شكل (١٠)

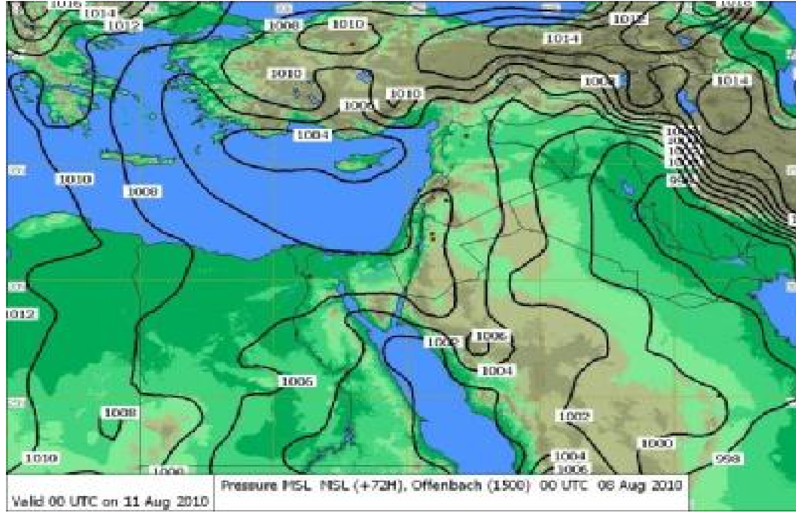
IMS1 / تأثير المنخفض الموسمي على الحوض الشرقي للبحر المتوسط

٣/ ٢٠١٠/٨ الساعة ١٥

المصدر : دائرة الأرصاد الجوية الإسرائيلية

١) IMS: Israel Meteorological Service

و ساعد المنخفض الهندي الموسمي الذي سيطرعلى الحوض الشرقي للبحـــر المتوســـط بتـــأثر الأردن بموجة حر شديدة في شهر آب /٢٠١٠ استمرت خلال الايام (٢-١٠ /٨ /٢٠١٠ وكان طول الموجه تسعة أيام كما يظهر في الشكل رقم (١١) .



شكل (١١) خريطة طقس سطحيه ليوم ٨/ آب - ٢٠١٠ .

المصدر : دائرة الأرصاد الجوية الأردنية

وتعتبرهذه الموجة امتداد واستمرار لموجة شهر تموز /٢٠١٠ حيث سجلت أقصى درجـــة فـــي هذا الشهر٤٢ مْ . وارتفعت درجات الحراره فوق المعدل خلال الأيـــام ٣٠ – ٣١ /٢٠١٠/٧ كما يبين لنا الشكل رقم (١٢) مسار درجات الحرارة العظمى لمدينة عمان .



المعدل اليومي　　　درجة الحرارة العضمى

شكل (١٢) مسار درجة الحرارة في شهر تموز وأول شهر آب

ومن هنا يجدر بنا دراسة بعض أنظمة الضغط السطحية والعليا والتي تؤثر على موجات الحـــر من حيث طولها وشدتها.

أ- أنظمة الضغط الجوي السطحية وتتمثل هذه الأنظمة في :

١- إمتداد المنخفض الموسمي .

٢- المنخفض الحراري السعودي .

٣- المنخفض الخماسيني .

وفيما يلي شرح لهذه الأنظمة :

١ - امتداد المنخفض الموسمي (monsoon trough)

يدل تعبير رياح موسمية بمعناها العام والمستمد من الكلمه العربية موسم (Maoism) الى نوع من الرياح تهب فوق أي منطقه من سطح الأرض خلال فترات معينه من السنة(Das، ١٩٨٦

كما يطلق مصطلح الرياح الموسمية –عموماً – على الرياح التي يتغير إتجاهها بين الصيف والشتاء ، وأهم منطقة تظهر فيها هي منطقة جنوب شرق آسيا ، ففي فصل الصيف يتكون فوق قارة آسيا منطقة من الضغط الجوي المنخفض ، تتدفع اليها الرياح من مناطق الضغط الجوي المرتفع فوق المحيطات المجاورة وهي التي تعرف بالرياح الموسمية الصيفية . ومن العوامل التي تتحكم بإمتدادات المنخفض الموسمي اتجاه الرياح السطحية ودرجة الحرارة العظمى ونسبة الرطوبة .

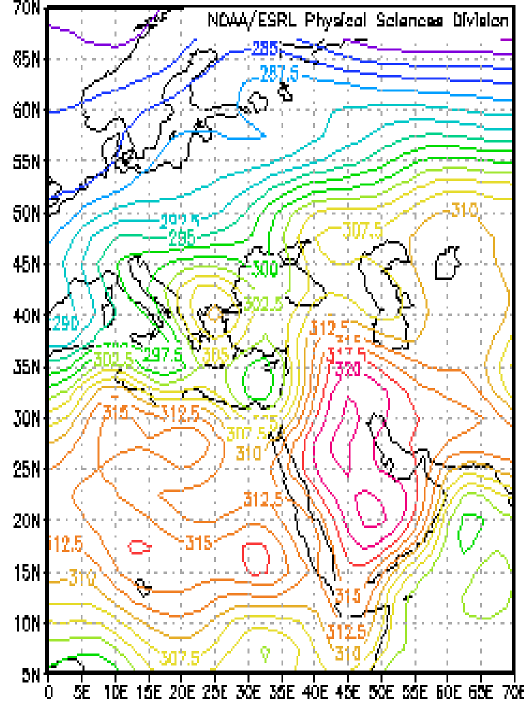


شكل رقم (١٣) منخفض الهند الموسمي

فامتداد هذا المنخفض حتى السواحل الشرقية للبحر المتوسط يضفي أجواء جميلة عليها حيث يؤدي إلى تعرض تلك المناطق لرياح غربية إلى شمالية غربية معتدلة ، الا أن تراجع المنخفض الموسمي وتمركزه فوق الجزيرة العربية يؤدي إلى هبوب رياح شرقية إلى شمالية شرقية حارة وجافة نتيجة عبور هذه الرياح مساحات شاسعة من اليابسه الصحراوية مما يؤدي إلى تعرض أجزاء من دول الشام وإجزاء من السعودية لموجات حارة تعتمد في ديمومتها على فترة تمركز إمتداد هذا المنخفض فوق الجزيرة العربية واستمرارية تدفق الرياح الشرقية والشمالية الشرقية

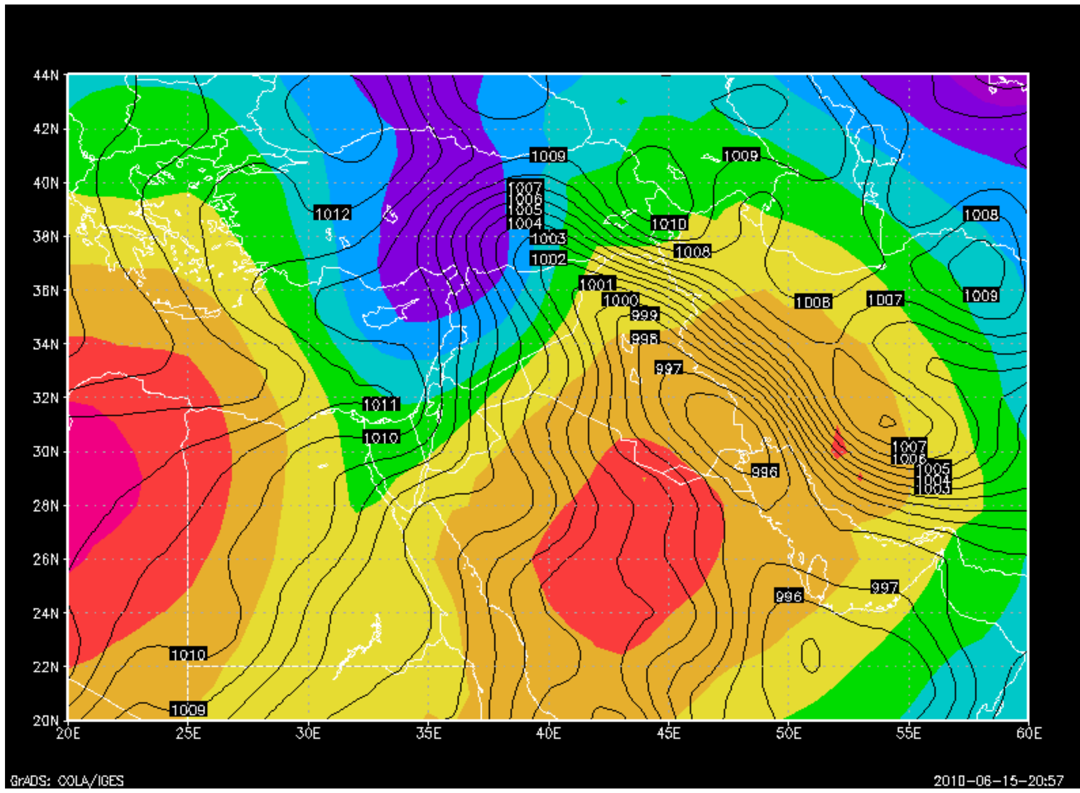
نحو تلك المناطق .فأغلب موجات الحر التي تؤثر على المنطقة تتكون نتيجة سيطرة المـــنخفض الهندي الموسمي .كموجة عام ٢٠٠٠ م التي أثرة على مناطق الشرق الأوسط وخاصة (الأردن ، وفلسطين) ، وفي ٢٠٠٠/٧/٣٠م حيث اصدرت كلاً من دائرة الارصاد الجوية التابعه للـــدول السابقة تقريراً يومياً عن حالة الطقس بأن الموجة الحارة ناتجة عن امتـــداد المـــنخفض الجـــوي الموسمي المتمركز فوق شبه الجزيرة العربية مما أدى إلى ازدياد الموجة حرارة وجفافاً حيـــث وصلت درجة الحرارة ذروتها في ذلك اليوم ٤٢ مْ في عمان و٤٤ مْ في العقبة وقد زادت عـــن معدلها السنوي في مثل هذا الوقت بثماني درجات .

ومن خلال دراسة الخريطة السطحية رقم (١٤) يتبين بالتركيز على شـــكل امتـــداد المـــنخفض الهندي الحراري الموسمي ، وجود مركزين ، احدهما شمال شرق الكويت وجنوب شرق العراق والاخر جنوب شرق الجزيرة العربية. وصلت قيم الضغط الجوي في الاردن الى ١٠٠٥ ميليبار خلال ساعات الظهر والعصر من هذا اليوم (١٥- حزيران / ٢٠١٠) والاهم هو تقـــدم هـــذا المنخفض وتراجع المرتفع الجوي الأزوري مما ادى الى قلة فوارق الضغط الجوي وانخفـــاض سرعة الرياح الشمالية ومزيدا من الوقت اثناء احتكاكها بالارض، وارتفاع درجة حرارتها.وهـــذا سبب شدة الاشعاع الشمسي .



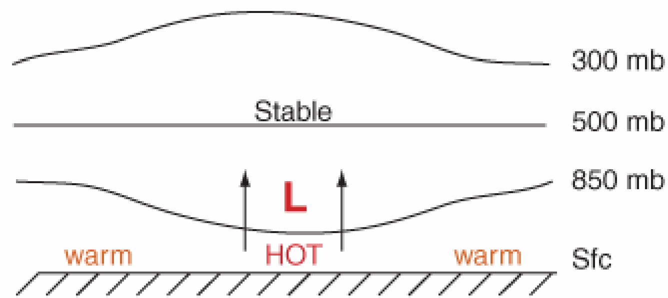
شكل رقم (١٤) خريطه سطحية على طبقة ١٠٠٠ hpa يوم ١٥-٦-٢٠١٠

وفي الخريطه الجويه رقم (١٥) يظهر إندفاع المرتفع العلوي بقوة الى الجزيرة العربية واقترانه مـــع امتـــداد عميـــق للمـــنخفض الهنـــدي الموســـمي علـــى إرتفـــاع ١٠٠٠ ميليبـــار. هذه الخريطة ترينا بوضوح اذا اقترن المرتفع العلوي مع اي امتداد حـــراري حيـــث لا يـــسمح للتيارات الحارة بالصعود بل تقابلها مع تيارات ساخنة هابطة في الطبقات العلوية.



الشكل (١٥) اقتران المرتفع العلوي مع المنخفض الموسمي

صورة مقطعية توضح ما سبق شرحة .

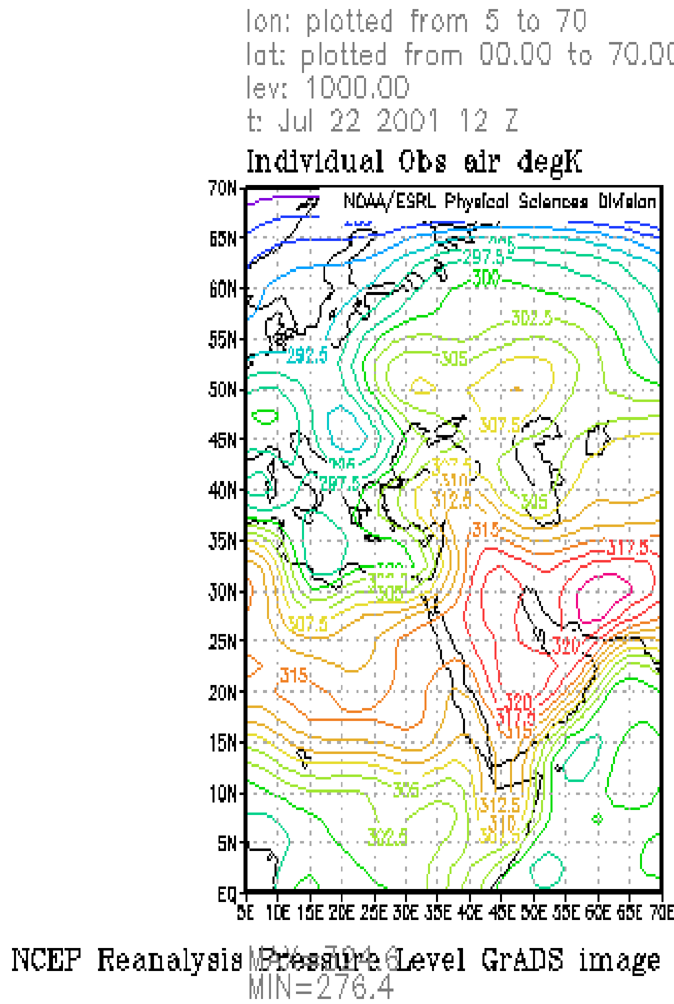


شكل (١٦) المنخفض الموسمي

المصدر موقع : (www. Jordan weather)

نلاحظ تقابل التيارات الصاعدة مع طبقة مستقرة في ظل وجود مرتفع جوي في الطبقات العليا

تأثر الأردن بموجة حر طويلة ، استمرت من ٢٢- ٢٧ / تموز ٢٠٠١م ، نتيجة إمتداد المنخفض الموسمي المتمركز فوق شبه الجزيرة الهندية ، والمندفع نحو منطقة شرق البحر المتوسط . ويبين الشكل رقم (١٧) حالة الطقس السطحية المرافقة لتلك الموجة .



شكل (١٧) حالة الجو السطحية المرافقة لموجة الحر في يوم

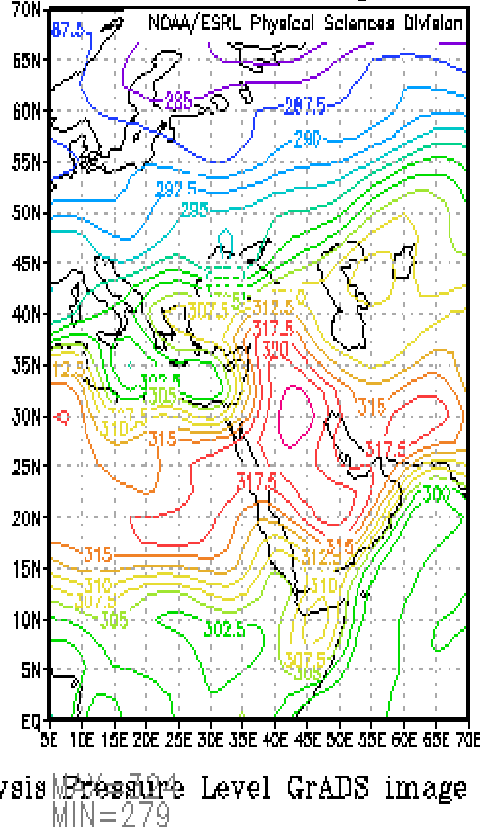
٢٢- ٧ -٢٠٠١ م

٢ - المنخفض الحراري السعودي

يعد المنخفض الحراري السعودي الذي يتكون خلال فصل الصيف فوق شمال الجزيرة العربيــة من العوامل التي تتسبب في تكون موجات الحر ، حيــث يــؤدي انــسحاب المرتفــع الأزوري وتراجعه غرباً خلال الصيف ليستقر فوق مياه المحيط الأطلسي على مقربه مــن جــزر الآزور الى ظهور مناطق من الضغط الجوي المنخفض فوق بعض المناطق ومــن ضــمنها الجزيــرة العربية . (التوم ، ١٩٧٤)

ففي بداية شهر حزيران يتكون حوض منخفض سطحي في منطقة الخلــيج العربــي والجزيــرة العربية يعتبر إمتداد للمنخفض الجوي الموسمي . ويمتد تأثير ذلك الحــوض الــى كــل الــدول الواقعه الى الشرق من البحر المتوسط وكما يصل تأثيره أحياناً الــى تركيــا وشــمال اليونــان وايطاليا . وكما يتحكم في المسار اليومي لدرجة الحرارة العظمى في الدول الواقعة تحت تــأثيره مؤدياً إلى ما يعرف بموجات الحر في هذه الدول والأردن من الدول التــي تتــأثر بمثــل هــذا المنخفض حيث تهب على المنطقة رياح شرقية الى شمالية شرقية حارة وجافة ومغبــره بــسبب عبورها مسافات طويلة فوق اليابسه الصحراوية مما يؤدي الى تعرض الأردن الى موجات حــر يعتمد طولها وشدتها على عمق ذلك المنخفض ، وفي الــشكل رقــم (١٨) يظهــر تــأثير هــذا المنخفض على المنطقة مما تسبب بإحداث موجة حر ارتفعت فيها درجة الحرارة فوق ١٠مْ .

lon: plotted from 5 to 70
lat: plotted from 00.00 to 70.00
lev: 1000.00
t: Aug 8 1987 12 Z
Individual Obs air degK



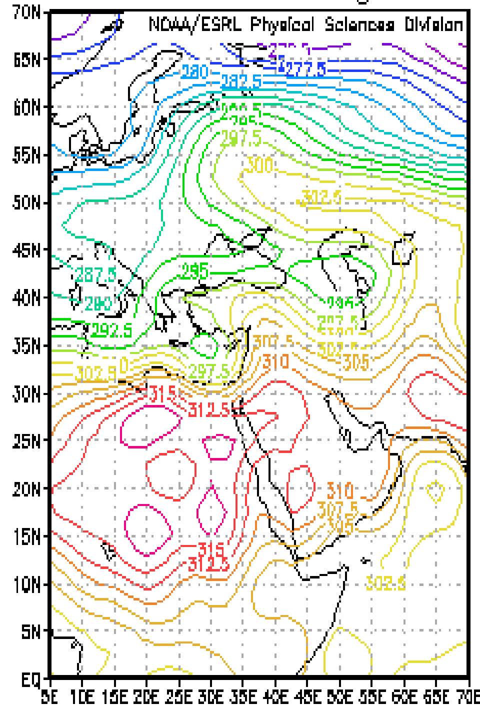
شكل (١٨) حالة الجو السطحية خلال موجة الحر في ٨-آب /١٩٨٧

٣- المنخفض الخماسيني

وهي المنخفضات التي تتكون على سفوح جبال أطلس في الشمال الإفريقي وسميت بهذا الاسم لأنه يغلب تكونها في الخمسين يوماً التي تعقب الاعتدال الربيعي مباشرة وتكون في الفترة ما بين ٢١ آذار وحتى ١٥ أيار ، ويكثر تكونها في تلك الفترة لأن حرارة مياه البحر المتوسط تكون حينها أقل من حرارة اليابس الافريقي المجاور لها جنوباُ، فينتج عن ذلك

حالة عدم استقرار بسبب الاختلاف الحراري للكتل الهوائية فتؤدي هذه الحالة الى تكون المنخفض الخماسيني .ولا تعد المنخفضات الخماسينية عاملاً رئيسياً من العوامل التي تؤدي إلى حدوث موجات حر خلال فصل الصيف ، ويقتصر تأثيرها في الغالب على النصف الأول من شهر حزيران . خاصة وأن حدوث تلك المنخفضات يتوقف في العادة بعد ذلك التاريخ .إلا أن المنخفضات الخماسينية تعتبر أكثر العوامل أهمية في تكون موجات الحر التي تحدث في أواخر الربيع وأوائل الخريف ،وتحدث هذه الموجات عندما يقع الاردن تحت تأثير الجبهة الحارة أو ضمن القطاع الدافئ لبعض المنخفضات الخماسينية الجافة التي تسلك مساراً جنوبياً فوق الساحل الشمالي لإفريقيا . إذ يرافق المنخفض في العادة هبوب رياح حارة جافة ومحملة بالغبار قادمة من شبه جزيرة سيناء وصحراء مصر الشرقية (شحادة ،١٩٩٠) .

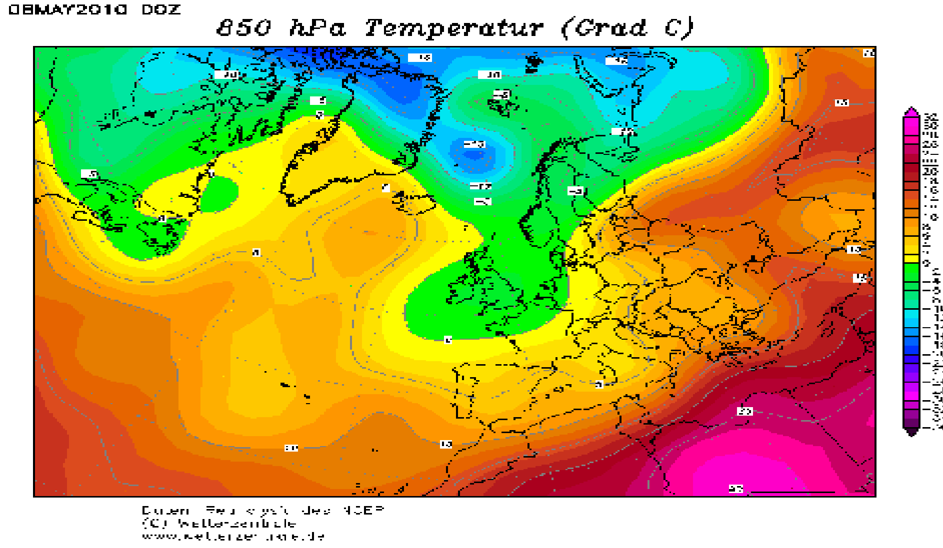
lon: plotted from 5 to 70
lat: plotted from 00.00 to 70.00
lev: 1000.00
t: May 8 2010 12 Z
Individual Obs air degK



NCEP Reanalysis Pressure Level GrADS image
MIN=266.6

شكل (١٩) خريطة طقس سطحية لموجة ٨- أيار / ٢٠١٠على إرتفاع ١٠٠٠hpa

ومن الشكل رقم (١٩) يتبين لنا تأثير المنخفض الخماسيني الذي أثر على المملكة يوم ٨-أيار والذي أدى لإرتفاع درجة الحرارة لتصبح أعلى من معدلها في مثل هذا الوقت من السنة بحوالي ٧-٨ مْ مما سبب موجة حر ،حيث كان الطقس حاراً نسبياً وجافاً في المناطق الجبلية .



شكل (٢٠) خريطة لدرجة الحراره ليوم ٨-أيار/٢٠١٠ على إرتفاع ٨٥٠ hpa

ب- حالة طبقات الجو العليا :

ترتبط أنظمة الطقس السطحية بحالة الغلاف الجوي لتؤدي في النهاية إلى النمط العام الذي تسود فية موجة الحر من حيث عمر الحالة وشدتها ومدى إمتدادها الأفقي ، وتتمثل الحالات العامة للغلاف الجوي بوجود الحالات التالية :

١- وجود مرتفع جوي

يصاحب أنظمة الطقس السطحية في بعض الأوقات مرتفع جوي في الطبقات العليا ، تؤدي هذه الحالة إلى هبوط الهواء الساخن من الأرتفاعات المختلفة إلى سطح الأرض

٢- وجود أمتداد حوض علوي بارد

يصاحب بعض أنظمة الطقس السطحية والتي تؤدي لحدوث موجات الحر في الأردن وجود امتداد حوض علوي بارد في طبقات الجو العليا ، مما يؤدي إلى حصر الرياح الحارة في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي ، وبالتالي تعتمد درجة حرارة الرياح السطحية في هذه الحالة على مصدر الرياح والمسار الذي تسلكة للوصول إلى الأردن وعلى المسطحات التي تمر فوقها من حيث نوعها وطبغرافيتها (صبري ، ٢٠٠١)

تصَنف حركة الهواء حسب مسارها ما ببين أنظمة الطقس السطحية وحالة طبقات الجو العليا إلى نوعين :

١ ـ النوع الأول : التيارات الهابطة للهواء الساخن (Warm Subsidence)

في هذا النوع يهبط الهواء الساخن من الطبقات العليا نحو السطح وذلك لوجود مرتفع جوي في الطبقات العليا على إرتفاع (٥٠٠ هكتوبسكال) ، وبهبوط الهواء ترتفع درجة حرارة الهواء ، لذلك تمتاز هذه الحالة بإنقشاع السحب وصفاء السماء وشدة الإشعاع الشمسي وهدوء الرياح وبالتالي تأثيرها على معظم مناطق الأردن . كما أن تأثيرها يدوم لفترة طويلة ويصل إلى المناطق المرتفعة وبالتالي تأثرها بالموجات الحارة .

٢ـ النوع الثاني : الإنتقال الأفقي للهواء الساخن (Warm Advection)

في هذا النوع تنتقل الرياح الحارة أو الساخنة أفقياً بإتجاه الأردن من منطقة إلى أخرى وتكون الرياح الشرقية والجنوبية الشرقية السبب في تكون موجة الحر حيث تقطع مسافات طويلة فوق اليابس فتجف وترتفع درجة حرارتها ، وعاده ما يصاحب هذا النوع وجود حوض علوي بارد ، يؤدي إلى حصر الرياح الساخنة في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي فقط ، وتمتاز هذه الحالة بمحدودية تأثيرها المكاني والزماني ، وقد يصاحبها حالات عدم استقرار جوي يؤدي إلى هطول بعض الأمطار .

الفصـــــل الرابـــع

الاتجاه العام لدرجة الحرارة العظمى في الأردن

- **إختبـــــــار t للمقارنه بين المتوسطات الحسابية**
- **نمـــــــوذج الإنحـــدار الخطـــــــي**
- **المتوسطات المتحركة (Moving Averages)**
- **الفروقات المتجمعة (Cumulated Sums)**

لدراسة إتجاه درجة الحرارة في الأردن خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠١٠) ، تم إعتماد ست محطات مناخية (معان ، مطار عمان ، مطار العقبة ، الرويشد ، إربد ، والصفاوي) بحيث يتوفر لهذه المحطات الشروط التالية :

١- وجود سجل مناخي طويل يغطي فترة الدراسة .

٢- التوزيع الجغرافي المناسب للمحطات لتمثل المملكة .

وفي هذا الفصل تم تحليل ودراسة البيانات الشهرية لدرجات الحرارة لأشهر فصل الصيف (حزيران ، تموز ، آب) من خلال نموذج الانحدار الخطي واختبار t لتحديد إتجاه درجة الحرارة ومقارنة نتائج التحليل بنتائج دراسات سابقة خاصة بمنطقة الحوض الشرقي للبحر الأبيض المتوسط والتي اثبتت وجود زيادة في درجات الحرارة العظمى والصغرى .

أ- اختبار t (t -test)

١) إتجاه درجة الحرارة في شهر حزيران

استخدم إختبار t للمقارنه بين متوسط درجة الحرارةالعظمى للفترة (١٩٨٠-١٩٩٤) ومتوسط درجة الحرارة العظمى للفترة (١٩٩٥-٢٠١٠)

جدول رقم (٤) متوسط درجة الحرارة العظمى للفترتين (١٩٨٠-١٩٩٤) و(١٩٩٥-٢٠١٠)

لشهر حزيران (معان)

الفترة	عدد السنوات	متوسط درجة الحرارة	معامل الاختلاف %	اختبار t		
				t	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الأولى	١٥	٣١،٩٢٧	2.27	- ٤،٤٩	٢٩	0.000
الثانية	١٦	٣٣،١٩٤	2.52			

Mean Difference فرق المتوسط

= T = ______________

Std. Error Difference الخطأ المعياري للفرق

فرق المتوسط = متوسط الفترة الأولى – متوسط الفترة الثانية

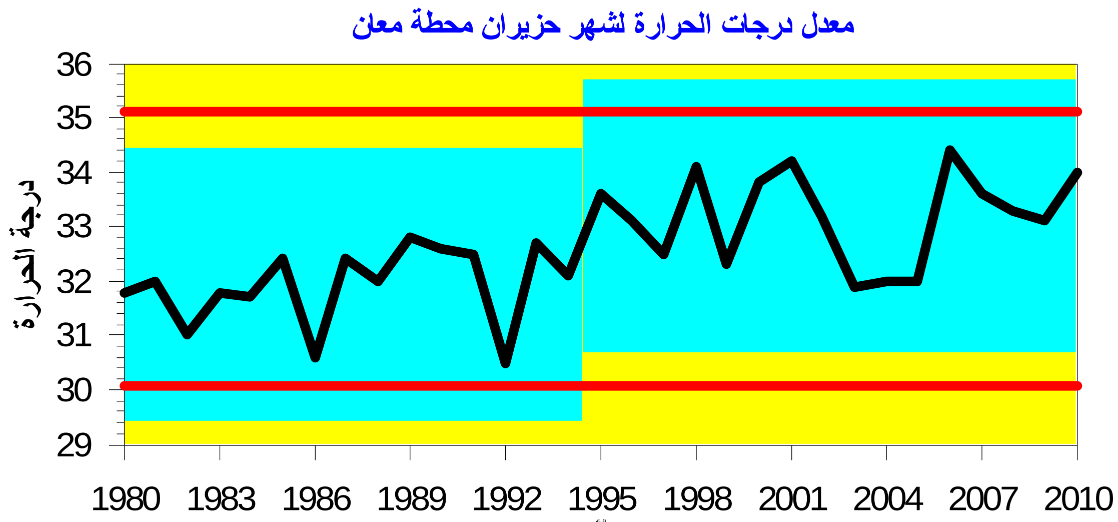
١،٢٦٧ = ٣٣،١٩٤ – ٣١،٩٢٧

الانحراف المعياري

معامل الاختلاف = ______________ * ١٠٠

المتوسط الحسابي

حيث ترمز (CV) إلى معامل الاختلاف Coefficient of Variation ويستخدم للموازنه بـــين التباين في توزيعات تكرارية مختلفة ولا يرتبط بالمتوسط الحسابي ونلاحظ من خـــلال الجـــدول السابق انا معامل الاختلاف في الفترة الأولى أقل منه في الفترة الثانية فهو في الأولـــى ٢٢٧% والثانية ٢٥٢ % . ونلاحظ كذلك من خلال اختبار t أن هناك فرق في متوسط درجات الحرارة في معان بين الفترتين الأولى والثانية بمقدار ١،٢٦٧ حيث أن المتوسط للفترة الأولى ٣١،٩٢٧ والفترة الثانية ٣٣،١٩٤ ، وهذا الفرق كما تبين له دلالة احصائية كانت اقل من ٠,٠٥ و بلغـــت قيمة t (٤،٤٩ -) والرسم البياني شكل (٢١) يبين مسار درجات الحرارة العظمى خلال فتـــرة الدراسة في معان لشهر حزيران حيث تظهر الزيادة في درجات الحرارة خلال الفترة الثانية من سنة (١٩٩٤-٢٠١٠) وهناك انخفاض من سنة ٢٠٠١ -٢٠٠٤ ثم ارتفاع الى الآن .



شكل (٢١)

جدول رقم (٥) متوسط درجة الحرارة العظمى للفترتين (١٩٨٠-١٩٩٤) و(١٩٩٥-٢٠١٠)

لشهر حزيران (الرويشد)

الفترة	عدد السنوات	متوسط درجة الحرارة	معامل الاختلاف %	اختبار t		
				t	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الأولى	١٥	٣٤,٦٤٠	2.95	-٤,٥٦٢	٢٩	٠,٠٠٠
الثانية	١٦	٣٦,١٨٨	2.38			

من الجدول رقم (٥) كانت الزيادة في متوسط درجات الحرارة العظمى في الرويشد اعلى منـــه في محطة معان حيث كان الفرق في متوسط درجة الحرارة ١،٥٤٨ ، وبلغت درجات الحريـــة ٢٩ بمستوى دلالة احصائية كبيرة ومن خلال اختبارt الذي اجري على بيانات شـــهر حزيـــران يتبين لنا أن هناك زيادة في متوسط درجات الحرارة فـــي الفتـــرة الثانيـــة (١٩٩٥—٢٠١٠) بمستوى دلالة احصائية كبيرة جداً أقل من ٥% وهذا ينطبق على جميع المحطات المستخدمة في الدراسة ، وهذا يعني أن اتجاه درجات الحرارة موجبة فهي تتجه نحو الزيادة في جميع منـــاطق المملكة وخاصة في الفترة الثانية .

٢) إتجاه درجة الحرارةالعظمى في شهر تموز

جدول رقم (٦) متوسط درجة الحرارة العظمى للفترتين (١٩٨٠-١٩٩٤) و(١٩٩٥-٢٠١٠)

لشهرتموز(مطار عمان)

الفترة	عدد السنوات	متوسط درجة الحرارة	معامل الإختلاف %	اختبار t		
				t	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الأولى	١٥	٣٠,٨٧	2.96	-٢,٩٩٣	٢٩	٠,٠٠٦
الثانية	١٦	٣١,٨٨	٣			

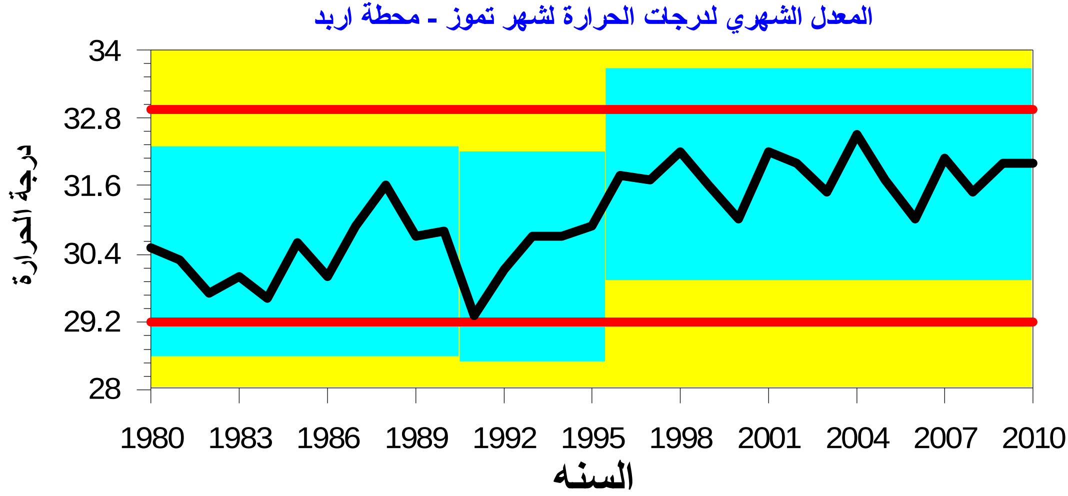
من الجدول رقم (٦) نستنتج وجود زيادة بسيطة في متوسط درجة الحرارة في الفترة الثانية ومقدار الفرق بين الفترتين هو (١,٠١) وهذا الفرق له دلالة احصائية (٠,٠٠٦) لمطار عمان ، كما أن معامل الاختلاف في الفترة الثانية اكبر منه في الفترة الأولى هذا يعني الاتجاه الموجب في زيادة درجات الحرارة.

جدول رقم (٧) متوسط درجة الحرارة العظمى للفترتين (١٩٨٠-١٩٩٤) و(١٩٩٥-٢٠١٠)

لشهرتموز(مطار العقبة)

الفترة	عدد السنوات	متوسط درجة الحرارة	معامل الإختلاف %	اختبار t		
				t	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الأولى	١٥	٣٨,٧٢٠	2.60	-٥,٢٩٠	٢٩	٠,٠٠٠
الثانية	١٦	٤٠,٣٧٥	1.77			

من الجدول رقم (٧) يبين فرق المتوسط للفترتين هو (١,٦٥) وهذه الفرق اكبر منه في محطة مطار عمان وأن دل فهو يدل على الزيادة المستمرة لدرجات الحرارة بمستوى دلالة احصائية كبيرة ودرجة الحرية ٢٩ ، هذا في العقبة ومن خلال هذا الإختبار لبيانات شهر تموز يتضح لنا وجود زيادة في درجات الحرارة خلال هذا الشهر للفترة (١٩٩٥-٢٠١٠) في جميع مناطق المملكة (الوسط ، الشمال ، والجنوب) وهذا يعني زيادة درجات الحرارة في المرتفعات الاردنية ، وكما يبين لنا الرسم البياني رقم (٢٢) مسار درجات الحرارة لشهر تموز من سنة ١٩٨٠ -٢٠١٠ ، فكان المعدل لدرجة الحرارة من سنة ١٩٨٠ – ١٩٨٦ ثابت دون زيادة ومن سنة ١٩٨٦ – ١٩٨٩ كانت هناك زيادة في المعدل ثم هبطت نحو التناقص من سنة ١٩٩٠-١٩٩٤ ومن ثم اخذ المعدل الشهري لدرجات الحرارة بالتزايد الى الآن من سنة ١٩٩٥-٢٠١٠ وهذا يدل على أن الفترة الثانية من شهر تموز تتصف بإرتفاع معدل درجة الحرارة العظمى .



شكل (٢٢)

٣) إتجاه درجة الحرارة في شهر آب

تم استخدام اختبار t كما في الاشهر السابقة الذكر للفرق بين المتوسطات الحسابية لفترتين مستقلتين لشهر آب وذلك للموازنه بين المتوسطات واستخراج الفرق بين الفترتين وذلك لاختبار فيما إذا كان الفرق بين المتوسطين الحسابيين ذا دلالة إحصائية على مستوى معنوية معين وليس فرق وزيادة لمجرد الصدفة وهنا نلاحظ أيضاً فرق بين المتوسطين بقيمة ١,٤٦٥ وله دلالة إحصائية في اربد وبلغت قيمة t ٤,٠١٠ – ، ومن تحليل الجدول رقم () يتبين لنا زيادة في متوسط درجة الحرارة في الفترة (١٩٩٥-٢٠١٠).

جدول (٨) متوسط درجة الحرارة العظمى للفترتين (١٩٨٠-١٩٩٤) و(١٩٩٥-٢٠١٠)

لشهرآب(إربد)

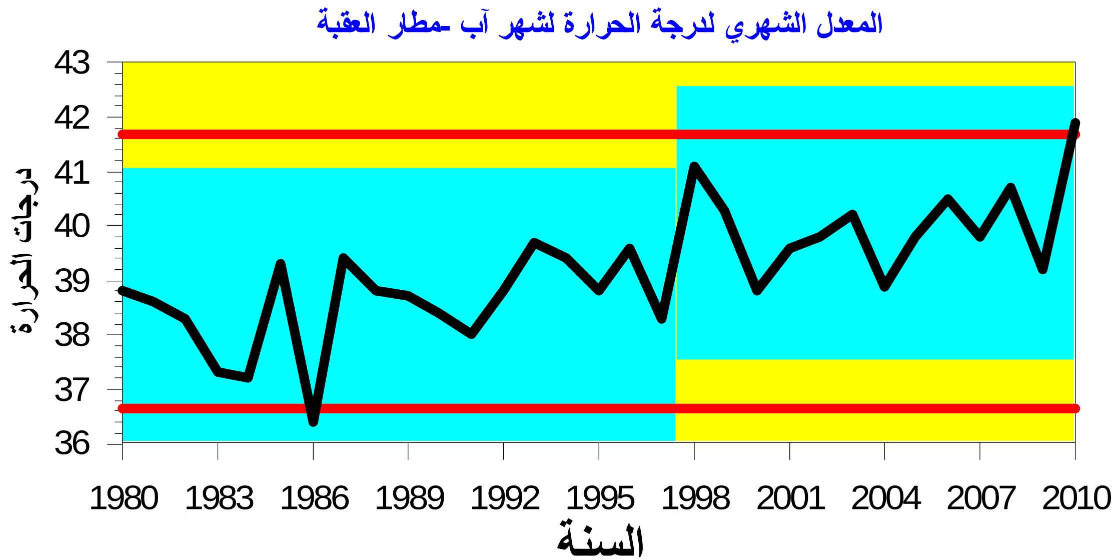
الفترة	عدد السنوات	متوسط درجة الحرارة	معامل الإختلاف %	اختبار t		
				t	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الأولى	١٥	٣٠,٤٤٧	3.33	-٤,٠١٠	٢٩	٠,٠٠٠
الثانية	١٦	٣١,٩١٢	3.18			

جدول رقم (٩) متوسط درجة الحرارة العظمى للفترتين (١٩٨٠-١٩٩٤) و(١٩٩٥-٢٠١٠)

لشهرآب (الصفاوي)

الفترة	عدد السنوات	متوسط درجة الحرارة	معامل الإختلاف %	اختبار t		
				t	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الأولى	١٥	٣٦,٥٠٠	3.50	-٢,٧٥٠	٢٩	٠,٠٠٠
الثانية	١٦	٣٧,٨٨٨	3.97			

وكما يظهر في الشكل (٢٣) اتجاه درجة الحرارة العظمى في شهر آب لمحطة مطار العقبة الآخذ بالتصاعد نحو الإرتفاع والزيادة ، الا أن هناك نقطة تغير نحو النقصان كانت في سنة ١٩٨٥-١٩٨٦ وبعد ذلك اخذت ترتفع الى سنة ٢٠١٠ .



شكل (٢٣)

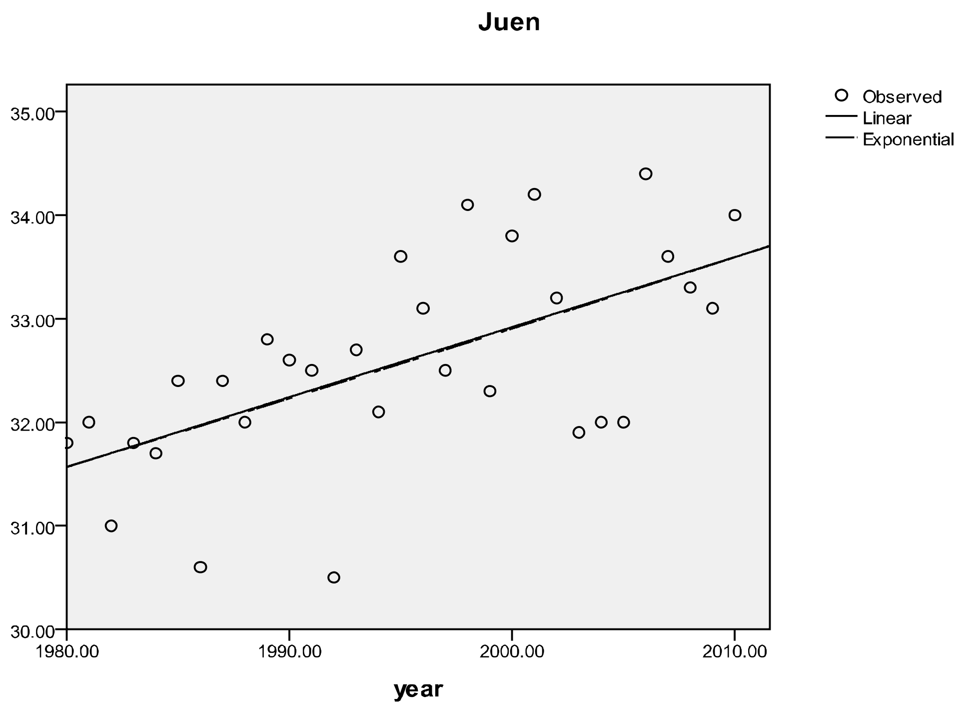
من التحليل السابق للبيانات الشهرية للمحطات كافة يتبين لنا وجود زيادة في متوسط درجات الحرارة في جميع الاشهر (حزيران ، تموز ، آب) ولجميع مناطق المملكة من خلال محطات الدراسة (مطار عمان ، مطار العقبة ، أربد ، الرويشد ، الصفاوي) ، مع وجود دلالة إحصائية وبالتالي يمكن القول أن هناك زيادة في درجات الحرارة أي أن الإتجاه العام لدرجات الحرارة إتجاه موجب نحو الزيادة وبشكل تصاعدي وهذا ينطبق على النتائج التي تم التوصل لها من خلال الدراسات السابقة التي تم ذكرها في الأطار النظري والتي توصلت لزيادة في درجات الحرارة على المستوى العالمي وعلى مستوى الحوض الشرقي للبحر المتوسط .

ب – نموذج الإنحدار الخطي البسيط (Simple linear regression)

يبين الجدول رقم (١٠) قيمة الإنحدار الخطي للمعدل الشهري لدرجة الحرارة العظمى في كــل محطة من محطات الدراسة (الرويشد ، إربد ، معان ، العقبة ، عمان ، الصفاوي). ويتبين من خلال تحليل نموذج الإنحدار الخطي الخاص بكل شهر من أشهر الصيف (حزيــران ،تمــوز ، آب) وجود قيم موجبة تدل على زيادة في درجات الحرارة العظمى مع وجود مستوى معنويــة أقل من ٥% وذلك في المحطات كافة ، كما تظهر لنا قيمة R2 وقيمة b ومستوى الدلالة لكــل محطة . نلاحظ من خلال الجدول أن R2 في شهر حزيران لمحطـــة معـــان كانـــت(٠,٣٧٤) ،حيث تعني (R2) معامل التفسير لنموذج الإنحدار كله أي نسبة التباين في المتغير التابع وهـــو درجة الحرارة العظمى التي تمكن المتغير المستقل من تفسيرها . و تتراوح قيمتها بين(٠-١) ، ففي محطة الرويشد كان معامل التفسير للنموذج (٠,٣٣٢) أما في إربد كانت (٠,٤٠٠) وفي العقبة (٠,٣٨٠) و في مطار عمان (٠,٤٣٣) ويدل ذلك على وجود تفسير لنموذج الإنحدار في كل محطات الدراسة . ويظهر لنا من الجدول أيضاً قيمة b لشهر حزيران لجميـــع المحطـــات وتعني معامل الإنحدار وتمثل مقدار التغير في Y عندما تتغير Xوحدة واحدة ، قيمة b في معان (٠,٠٦٨) وفي الرويشد كانت (٠,٠٧٧) أما في إربـــد (٠,٠٨٤) وفـــي مطـــار العقبـــة (٠,٠٦٠) وكانت قيمة معامل الإنحدار في مطار عمان (٠,٠٧٠)والصفاوي (٠,٠٧٦) . بالتـــالي كانت جميع قيم معامل الأنحدار b في كل المحطات لشهر حزيران قيم موجبة وهذا يدل على أن خط الإنحدار صاعداً مما يعني أن العلاقة بين المتغير التابع والمستقل علاقة طردية ، وأن قيمة المعدل الشهري لدرجة الحرارة العظمى تزداد مع وجود مستوى دلالة احصائية لكل محطة كما يبين لنا الجدول رقم (١٠) .

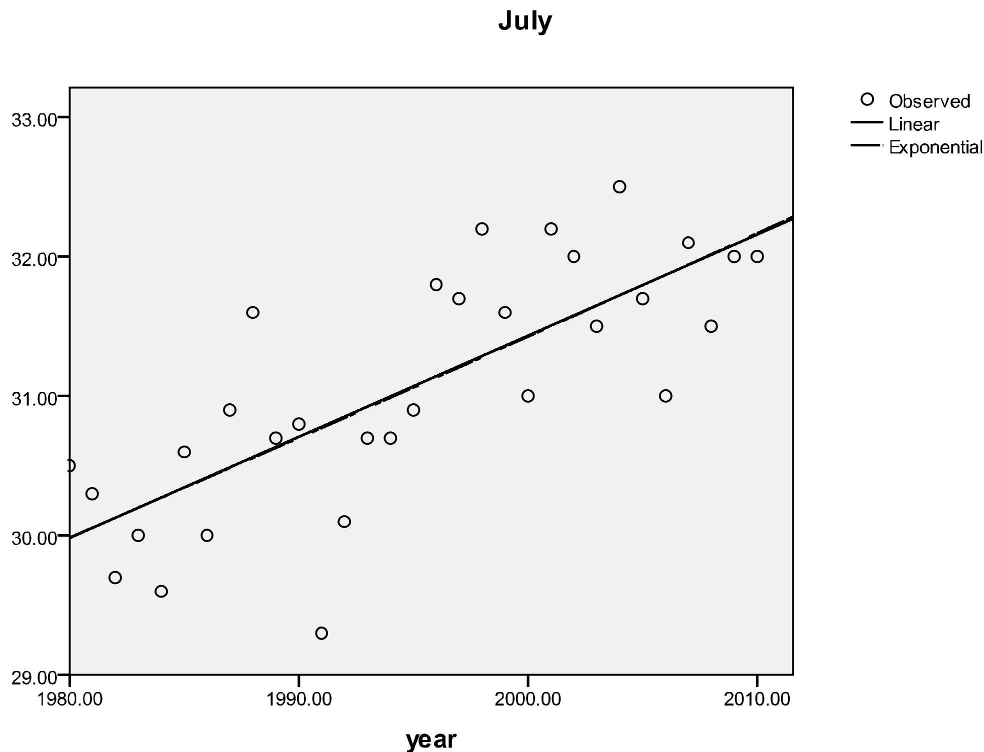
جدول رقم (١٠) الخصائص العامة لمعدل درجة الحرارة العظمى - شهر حزيران

المحطة	قيمة b	قيمة t	R2	مستوى الدلالة
معان	٠,٠٦٨	٤,١٦٤	٠,٣٧٤	٠,٠٠٠
الرويشد	٠,٠٧٧	٣,٧٩٢	٠,٣٣٢	٠,٠٠١
إربد	٠,٠٨٤	٤,٤٠١	٠,٤٠٠	٠,٠٠٠
مطار العقبة	٠,٠٦٠	٤,٢٢٠	٠,٣٨٠	٠,٠٠٠
مطار عمان	٠,٠٧٠	٤,٧٠٦	٠,٤٣٣	٠,٠٠٠
الصفاوي	٠,٠٧٦	٤,٠٤٥	٠,٣٦١	٠,٠٠٠



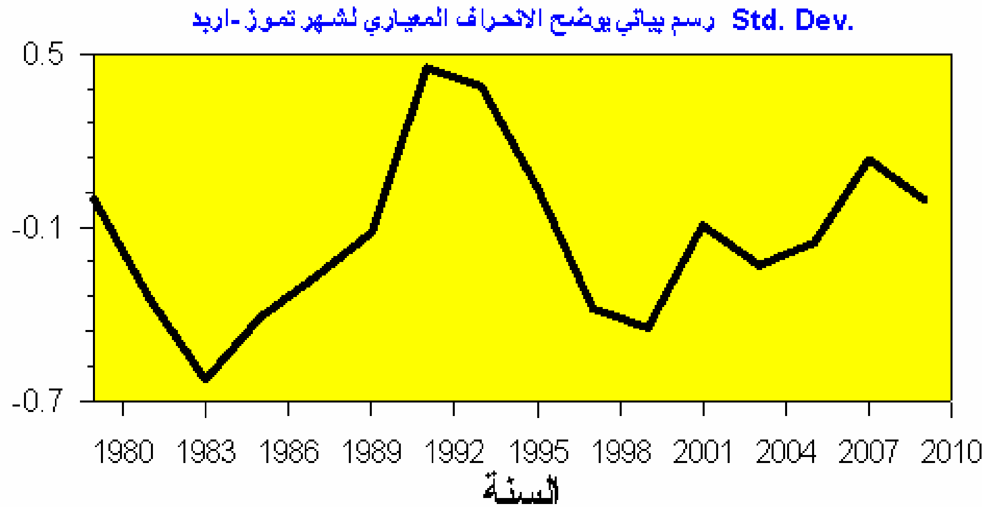
شكل (٢٤) الإتجاه العام لدرجة الحرارة العظمى في شهر حزيران (معان)

جدول رقم (١١) يظهر لنا قيمة معامل التفسير حيث يساوي معامل التفسير للنموذج في معان (٠,١١٧) وفي الرويشد (٠,٢٠٠) أما في إربد (٠,٥٧٨) وقيمته في العقبة (٠,٣٩٠) وفي عمان(٠,١٨٣) وفي الصفاوي (٠,١٥٦) . وهي قيم محصورة بين ٠-١ وهذا يعني وجود تفسير للنموذج في كل محطات الدراسة والذي يبين لنا زيادة في درجة الحرارة حسب الرسم البياني رقم (٢٥) الذي يظهر الإتجاه العام لدرجة الحرارة العظمى لشهر تموز خلال الفترة (١٩٨٠- ٢٠١٠) في إربد الذي يمثل علاقة خطية بين المتغيريين على شكل خط انحدار صاعد يبين لنا العلاقة الخطية بين السنة ودرجة الحرارة العظمى .



شكل (٢٥) الإتجاه العام لدرجة الحرارة العظمى في شهر تموز خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠)

لمحطة إربد



شكل رقم (٢٦)

من خلال جدول رقم (١١) يظهر لنا معامل الإنحدار (b) حيث نلاحظ أن القيم التي تمثل المحطات هي قيم موجبة إي وجود علاقة طردية تدل على الإرتفاع المستمر لدرجة الحرارة ، ففي معان يساوي معامل الإنحدار (٠,٠٣٤) ، الرويشد(٠,٠٧٠) ، إربد (٠,٠٧٣) وفي العقبة (٠,٠٨٢) ، عمان (٠,٠٥٠) ، أما في الصفاوي (٠,١٥٦) . ونلاحظ أيضاً وجود مستوى معنوية أقل من ٥% لكل المحطات إلا محطة معان على الرغم من وجود زيادة في درجة الحرارة في شهر تموز لكن دون دلالة إحصائية ، مما سبق نتوصل لوجود ارتفاع مستمر في درجة الحرارة في شهر تموز في كل مناطق المملكة مع وجود دلالة احصائية يأكد لنا النتائج التي تم التوصل لها من خلال تحليل الإتجاه العام (نموذج الإنحدار) .

جدول رقم (١١) الخصائص العامة للإنحدار - شهر تموز

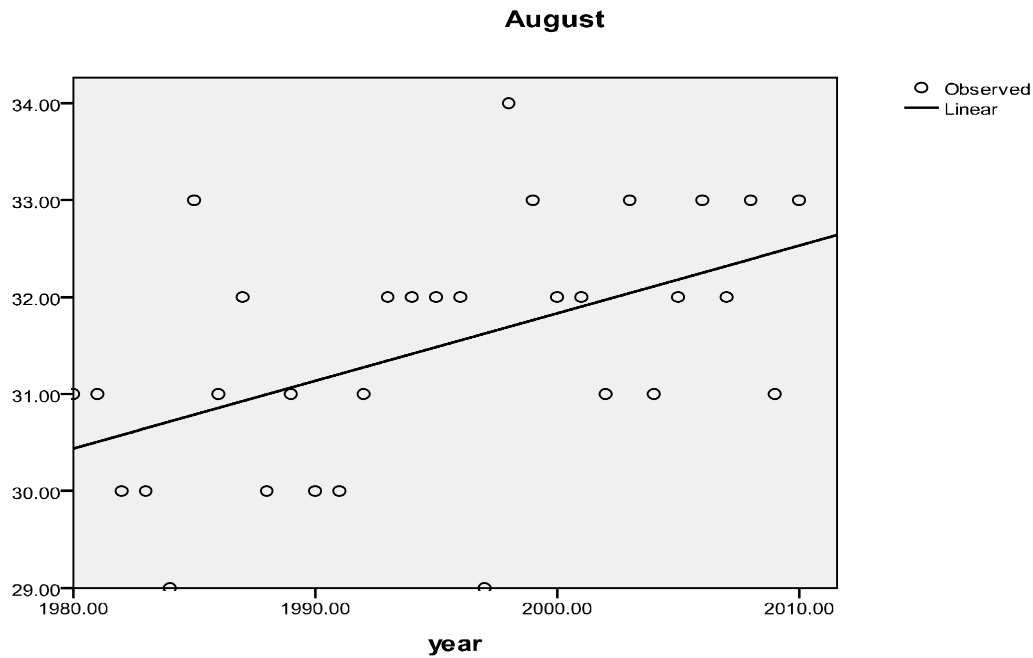
المحطة	قيمة b	قيمة t	R2	مستوى الدلالة
معان	٠,٠٣٤	١,٩٥٦	٠,١١٧	٠,٠٦٠
الرويشد	٠,٠٧٠	٢,٦٩٥	٠,٢٠٠	٠,٠١٢
إربد	٠,٠٧٣	٦,٣٠٢	٠,٥٧٨	٠,٠٠٠
مطار العقبة	٠,٠٨٢	٤,٣٠٧	٠,٣٩٠	٠,٠٠٠
مطار عمان	٠,٠٥٠	٢,٥٤٨	٠,١٨٣	٠,٠١٦
الصفاوي	٠,٠٦٢	٢,٣١١	٠,١٥٦	٠,٠٢٨

يعد شهر آب من الأشهر الأشد حرارة في فصل الصيف بعد شهر تموز ومن خلال الجدول يتبين لنا قيمة معامل التفسير (R2) ، أما بالنسبة لمعامل الإنحدارb فقد كانت جميع قيمه فوق الصفر حيث تشير لوجود علاقة خطية خلال الفترة ١٩٨٠- ٢٠١٠ ، العظمى) ، وأما بالنسبة لقيمة t هي قيم موجبة بمستوى معنويه مختلفة لكل محطة ففي معان كانت (٠,٠١٠) وفي الرويشد وإربد والعقبة (٠,٠٠٠) وكانت في عمان (٠,٠٠٤) ، والصفاوي (٠,٠٠٧) . كما يبين لنا الجدول قيمة معامل تفسير الإنحدار لشهرآب في معان (٠,٢٠٦) والرويشد (٠,٤٠٦) أما اربد فكانت (٠,٣٩٦) والعقبة (٠,٤٦٩) عمان (٠,٢٥٣) الصفاوي (٠,٢٢٧) ، كما يتبين لنا معامل الإنحدار لكل محطة في معان(٠,٠٦٣) الرويشد (٠,١١٨) إربد (٠,٠٨٦) والعقبة (٠,٠٨٦) عمان (٠,٠٧٠) الصفاوي (٠,٠٨١) وكل ماذكر من القيم تفسر لنا التغير في درجة الحرارة نحو الزيادة خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠) .

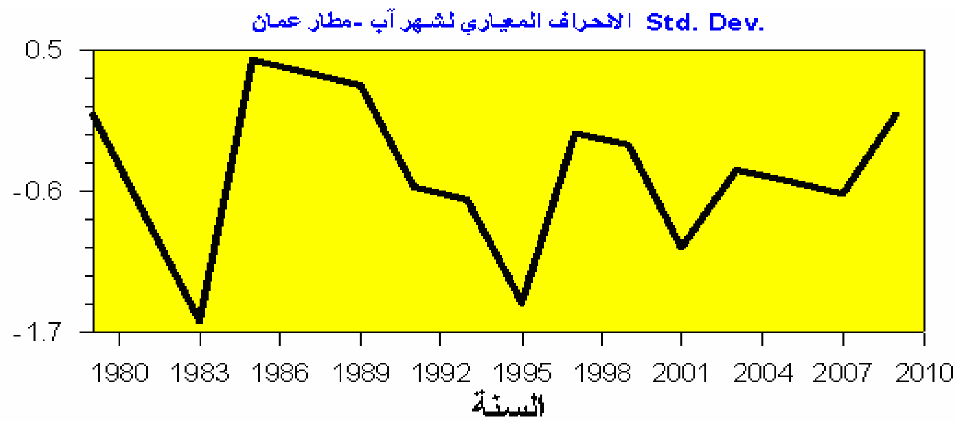
جدول رقم (١٢) الخصائص العامة لمعدل درجة الحرارة العظمى- شهر آب

المحطة	قيمة b	قيمة t	R^2	مستوى الدلالة
معان	٠,٠٦٣	٢,٧٤٠	٠,٢٠٦	٠,٠١٠
الرويشد	٠,١١٨	٤,٤٥٢	٠,٤٠٦	٠,٠٠٠
إربد	٠,٠٨٦	٤,٣٦٤	٠,٣٩٦	٠,٠٠٠
مطار العقبة	٠,٠٨٦	٥,٠٦٤	٠,٤٦٩	٠,٠٠٠
مطار عمان	٠,٠٧٠	٣,١٣٢	٠,٢٥٣	٠,٠٠٤
الصفاوي	٠,٠٨١	٢,٩١٨	٠,٢٢٧	٠,٠٠٧

أما بالنسبة للإتجاه العام لدرجة الحرارة في شهر آب يتمثل في الرسم البياني رقم (٢٧) حيث يظهر لنا مسار درجات الحرارة لشهرآب خلال الفترة ١٩٨٠-٢٠١٠ ، مما سبق يتبين لنا من التحليل السابق لدرجة الحرارة العظمى لشهر (حزيران ، تموز ،آب) ولست محطات مختلفة موزعة في جميع انحاء الأردن وجود زيادة في درجة الحرارة كما ظهرت الزيادة أيضاً في المرتفعات الجبلية في المملكة .



شكل (٢٧) الإتجاه العام لدرجة الحرارة العظمى في شهر آب خلال الفترة (١٩٨٠ -٢٠١٠) لمدينة عمان

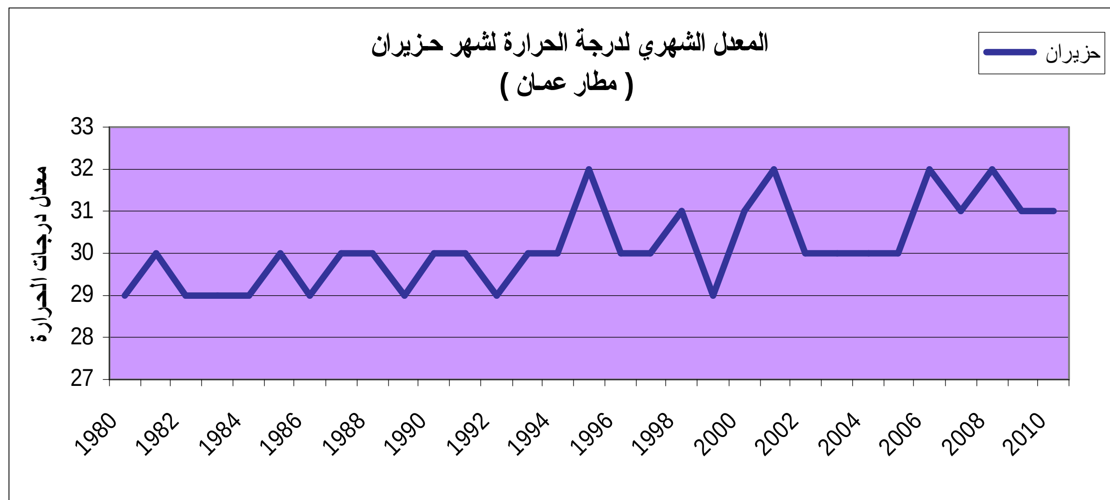


شكل (٢٨)

نلاحظ من شكل (٢٨) اختلاف الانحراف المعياري في عمان لشهر آب خلال الفتـرة ١٩٨٠-٢٠١٠ فكان الانحراف المعياري مرتفع في سنة ١٩٨٠ لينخفض في سـنة ١٩٨٢-١٩٨٣ ثـم ارتفع الانحراف المعياري خلال الفترة ١٩٨٤-١٩٩٤ وبعد ذلك انخفـض ليرتفـع فـي سـنة ١٩٩٦-١٩٩٩ ومن ثم انخفض بشكل بسيط الى الوقت الحالي .

حاولت الدراسة الكشف عن الزيادة والأرتفاع في درجة الحرارة العظمى مـن خـلال تحليـل البيانات الشهرية لأشهر الـصيف خـلال فتـرة الدراسـة ١٩٨٠-٢٠١٠ باسـتخدام اسـلوب الإنحدارالخطي وإختبار (t) لإظهار الإتجاه العام لدرجة الحرارة .

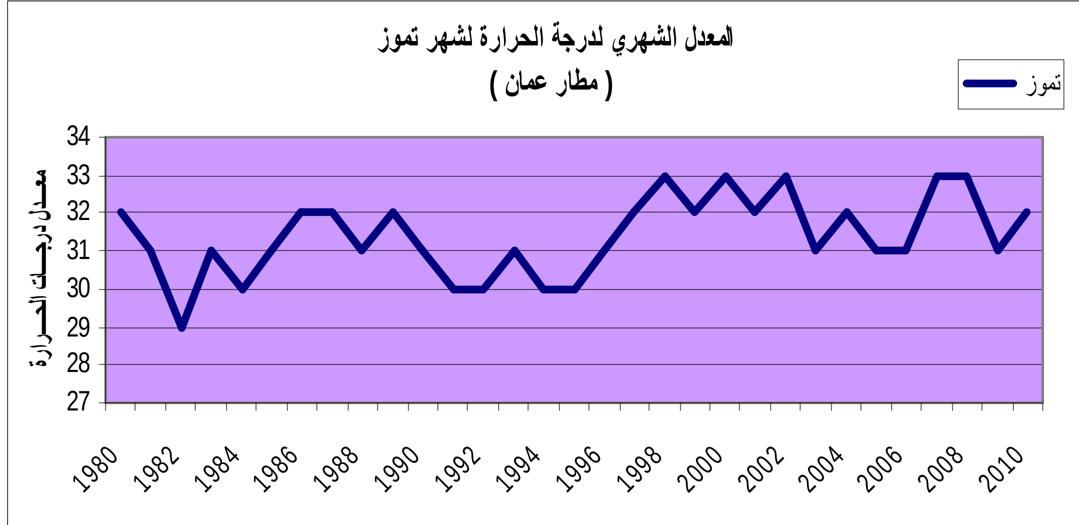
ومن خلال الأشكال التالية يظهر لنا انخفاض في درجة الحرارة ولبعض السنوات وأرتفاعها في البعض الآخر ليتبين لنا مسار درجة الحرارة خلال فترة الدراسة (١٩٨٠- ٢٠١٠) ، وهـل هو صاعد أم هابط .



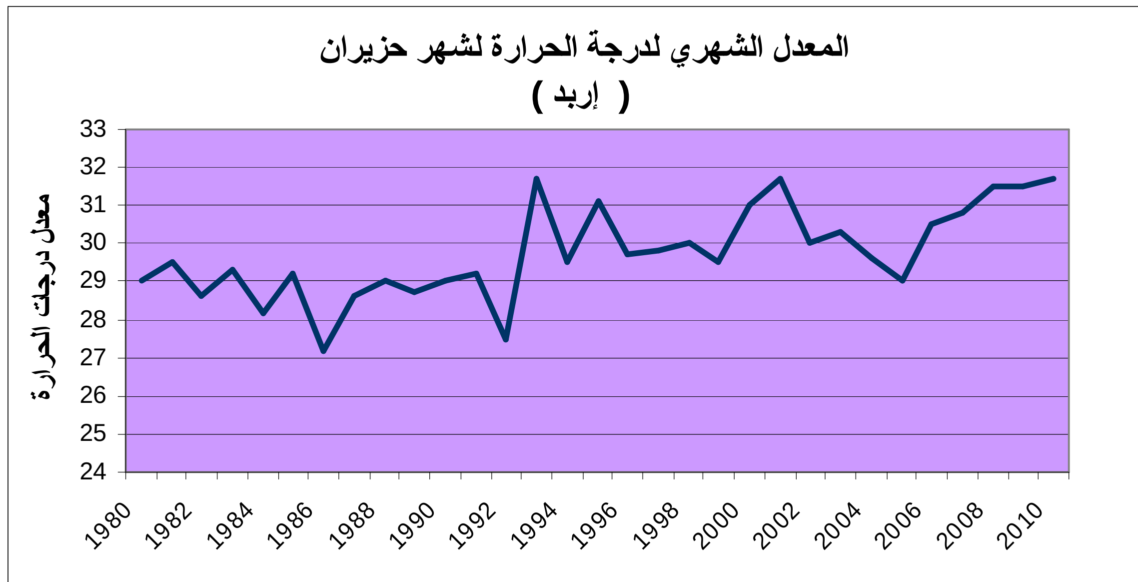
الشكل (٢٩)

يظهر في الشكل رقم (٢٩) مساردرجة الحرارة خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠) لمدينة عمـان لشهر حزيران فنلاحظ من سنة (١٩٨٠- ١٩٩٣) أن المعدل الشهري في هذه السنوات هوأقـل

من ٣٠ مْ ليرتفع المعدل بعد ذلك في سنة (١٩٩٤-١٩٩٥) ثم انخفض المعدل من ســنة(١٩٩٦ – ٢٠٠٠) ثم ارتفع لسنة ٢٠٠١ لينخفض المعدل في سنة (٢٠٠٢- ٢٠٠٥)حيــث كــان ٣٠ مْ وبعد ذلك ارتفع المعدل الشهري من(٢٠٠٦- ٢٠١٠) ليصل إلى أقل من ٣٢مْ .

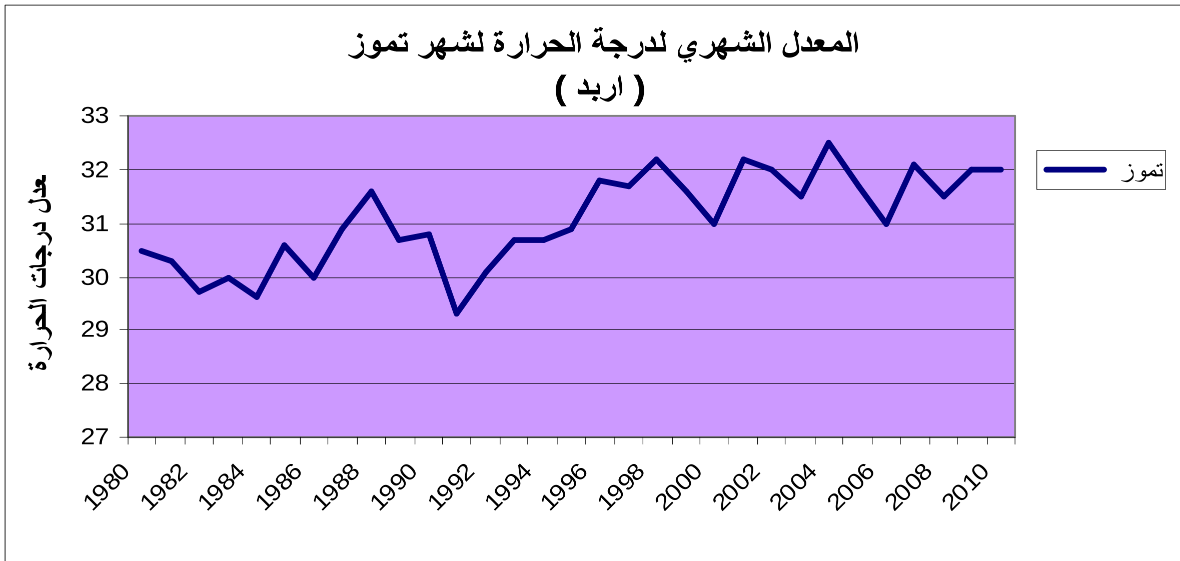


الشكل (٣٠)



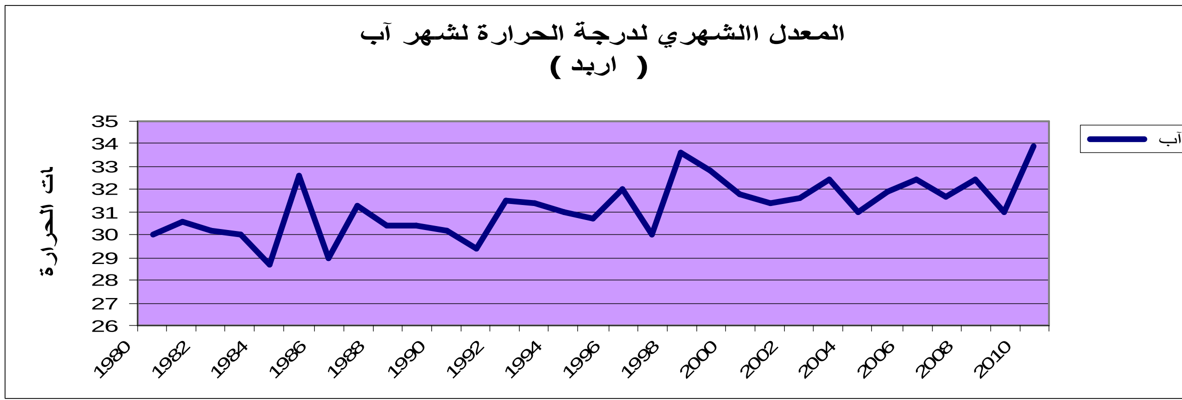
الشكل (٣١)

يظهر الشكل رقم (٣٠) والشكل (٣١) مسار المعدل الشهري لدرجة الحرارة العظمى لمدينة عمان وإربد خلال الفترة (١٩٨٠ - ٢٠١٠) حيث نلاحظ وجود تذبذب في درجة الحرارة بين التناقص والإرتفاع خلال الفترة الأولى من الدراسة ليتجه المسار بعد ذلك بإتجاه صاعد يرتفع خلالها المعدل الشهري لدرجة الحرارة العظمى ليصل في عمان (٣١,٥٠ مْ) وفي إربد يرتفع المعدل (٢٩ مْ) .



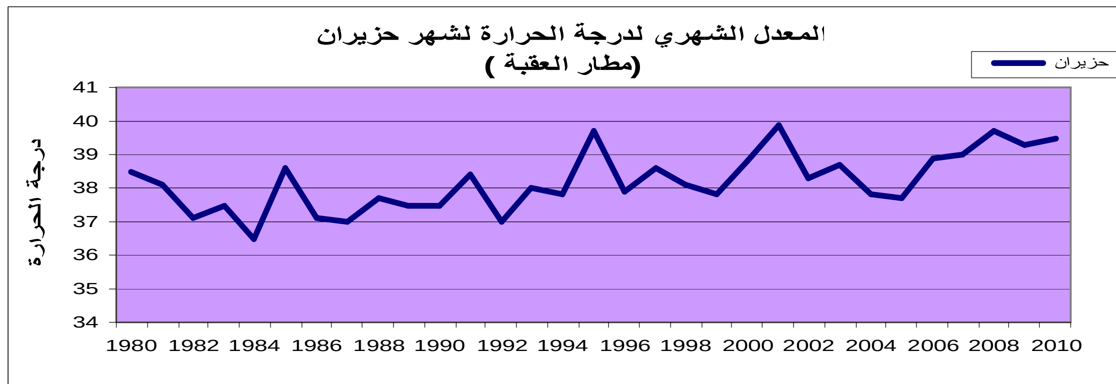
الشكل رقم (٣٢)

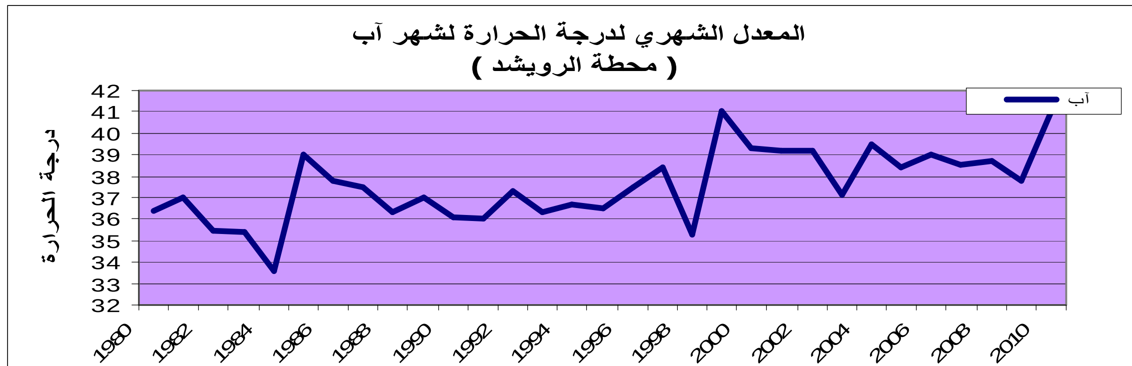
ونلاحظ من الشكل رقم (٣٢) مسار درجة الحرارة العظمى للفترة ١٩٨٠-٢٠١٠ لشهر تموز في إربد ، حيث كان المعدل الشهري لدرجة الحرارة محصور بين ٢٩,٥٠ مْ – ٣٣ مْ ونلاحظ الأنخفاض في المعدل من سنة(١٩٨٠-١٩٨٥) ومن سنة (١٩٨٦ - ١٩٩٠) إرتفع المعدل ليصل ٣١,٥٠ مْ .



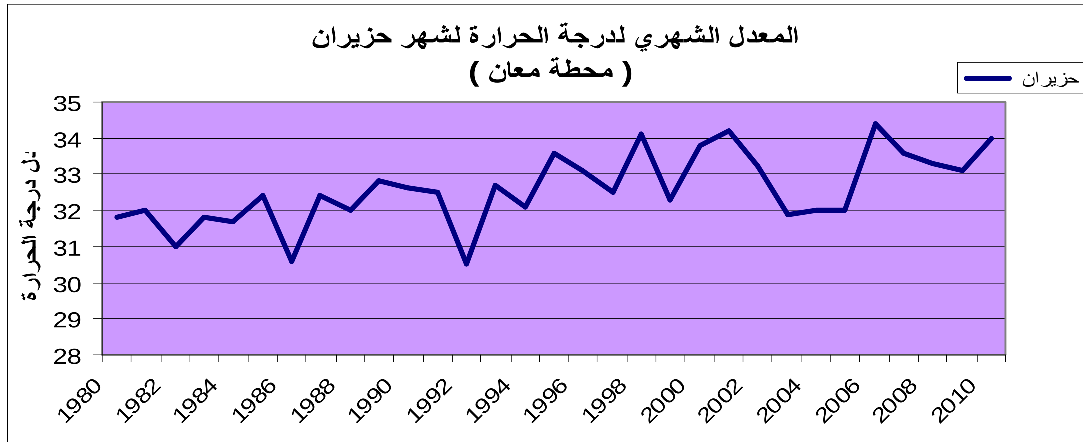
الشكل رقم (٣٣)

المعدل الشهري لدرجة الحرارة العظمى في إربد لشهر آب كان محصور بين ٢٩ مْ – ٣٤ مْ كما نلاحظ في الشكل رقم (٣٣) ، كما يشير الرسم البياني لوجود تذبذب في معدل درجة الحرارة خلال فترة الدراسة(١٩٨٠ - ٢٠١٠) ولكن على الرغم من ذلك نلاحظ وجود إرتفاع من سنة (١٩٩٠ - ٢٠١٠) حيث كان المعدل الشهري لهذه السنوات بين (٣١ مْ-٣٤ مْ) .





الشكل (٣٤)



الشكل (٣٥)

من الأشكال السابقة (٣٤) والشكل رقم (٣٥) نلاحظ التغير في معدل درجة الحرارة العظمى لشهر حزيرآن في (العقبه ومعان) والتغيرفي معدل درجة الحرارة لشهر تموز في الرويشد حيث يهبط المنحنى في بعض السنوات ليرتفع في السنوآت الأخرى .

وبعد دراسة المعدل الشهري لدرجة الحرارة العظمى في الإردن خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠)

وجد أن الأردن يتعرض لإرتفاع مستمر في درجة الحرارة خلال أشهر الصيف

(حزيران ، تموز ، آب) وفيما يلي شرح مختصر لمعدلات درجة الحرارة لكل شهر من أشهر الصيف حسب ما تم التوصل له من خلال تحليل الأشكال .

أ – شهر حزيران

ترتفع معدلات درجة الحرارة العظمى خلال هذا الشهر في جميع مدن المملكة بحيث يتراوح المعدل ما بين ٣١,٧ مْ في مدينة إربد وترتفع إلى ٣٩,٩ مْ في العقبة .

ب _ <u>شهر تموز</u>

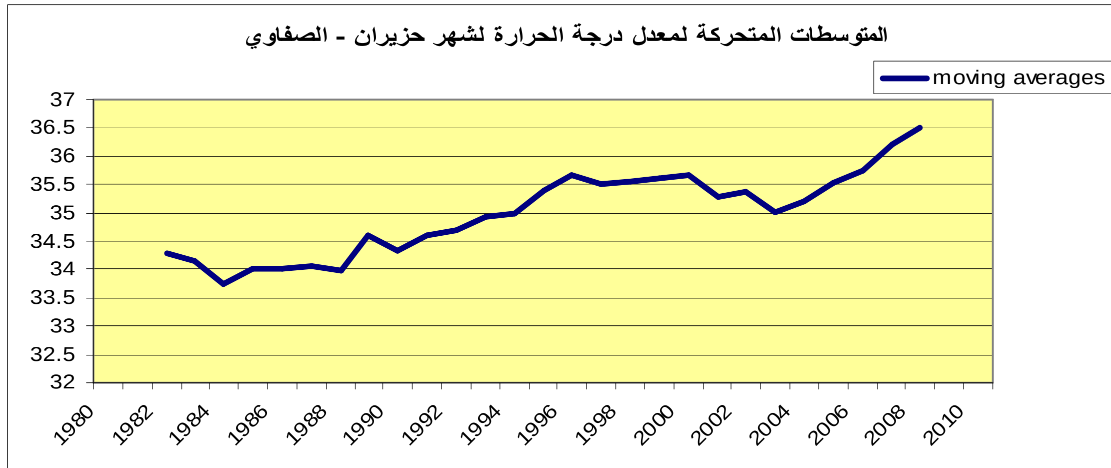
وآصلت معدلات درجة الحرارة العظمى إرتفاعها خلال هذا الشهر في جميع أنحاء المملكة حيث يتراوح المعدل ما بين ٣٢,٢ مْ في مدينة إربد وترتفع إلى ٤٢,١ مْ في مطار العقبة .

ج _ <u>شهر آب</u>

استمرت درجات الحرارة العظمى في إرتفاعها خلال هذا الشهر إذ يتراوح المعدل ما بين ٣٣ مْ في إربد و٤١,٩ مْ في مطار العقبة وقد تأثر الأردن خلال هذا الشهر بإرتفاع درجة الحرارة العظمى في مناطق المملكة كافة .

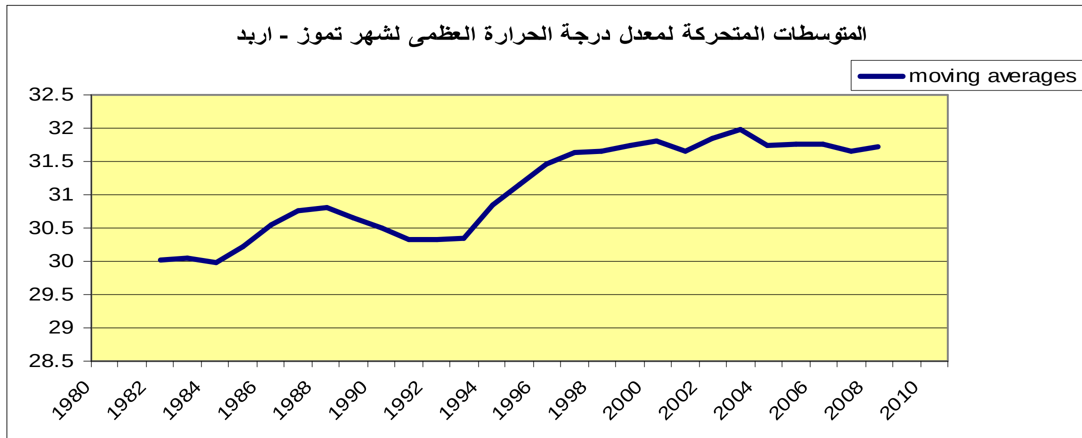
ج) **المتوسطات المتحركة (Moving Averages)**

تم إستخدام إسلوب المتوسطات المتحركة للتخلص من الذبذبات الخاصة بدرجة الحرارة العظمى في السلسلة الزمنية إي خلال فترة الدراسة (١٩٨٠- ٢٠١٠) وذلك لإظهار الإتجاه العام لدرجة الحرارة دون الذبذبات التي تعمل على تشويه شكل الإتجاه العام ، ويشير المتوسط المتحرك إلى الوسط الحسابي البسيط أو المرجح لعدد فردي من قيم متتالية لسلسلة زمنية معينة وفي الدراسة استخدم العدد (٥) ، حيث تعبر قيمة المتوسط المتحرك عن قيمة المتغير للسنة الوسطى وكما نلاحظ في الشكل رقم (٣٦) التخلص من ذبذبات درجة الحرارة على طول السلسلة الزمنية لمحطة الصفاوي .



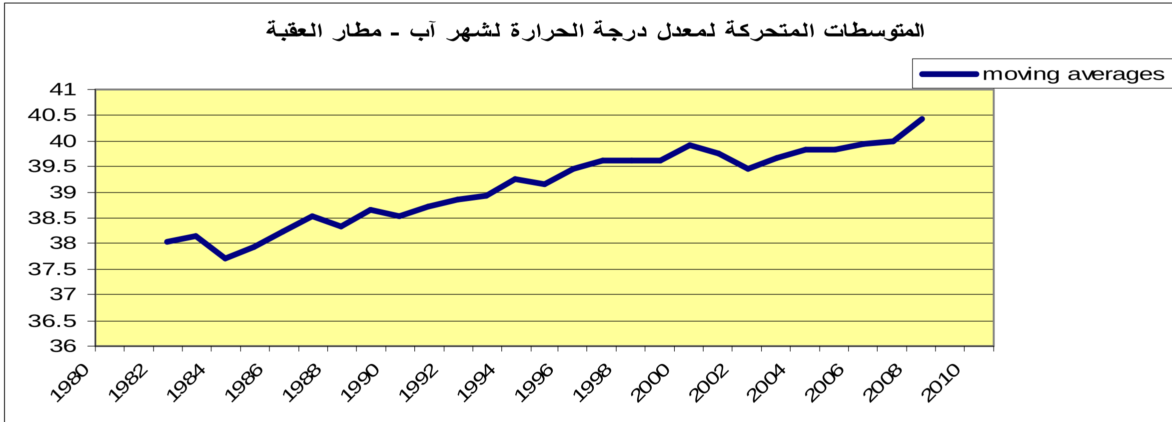
الشكل رقم (٣٦)

من خلال الشكل (٣٦) نلاحظ اتجاه درجة الحرارة لشهر حزيران في محطة الصفاوي حيث تم أهمال أول قيمتين لسنة (١٩٨٠-١٩٨١) وآخر قيمتين من السلسلة الزمنية لـــسنة (٢٠٠٩-٢٠١٠) و تم التخلص من القيم الشاذه التي تعمل على تشتيت الشكل العام لذا من خلال الـــشكل نلاحظ أن هناك تزايد مستمر في درجة الحرارة من سنة (١٩٩٠ – ٢٠١٠).



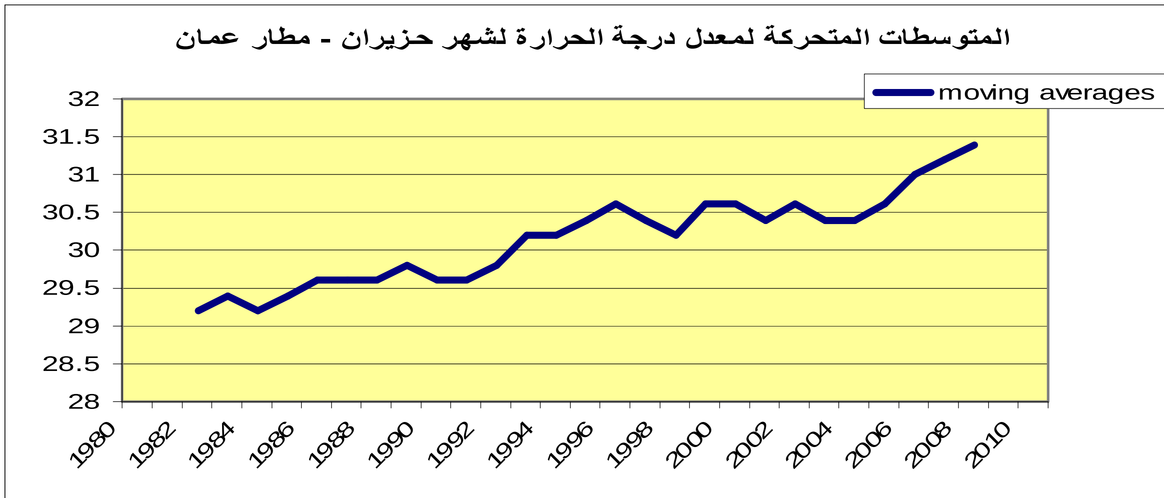
شكل رقم (٣٧)

يظهر الشكل رقم (٣٧) المتوسطات المتحركة لمعدل درجة الحرارة لشهر تموز في محطة إربد ويبن لنا الزيادة في المتوسط الشهري لدرجة الحرارة من سنة (١٩٩٤- ٢٠١٠) .

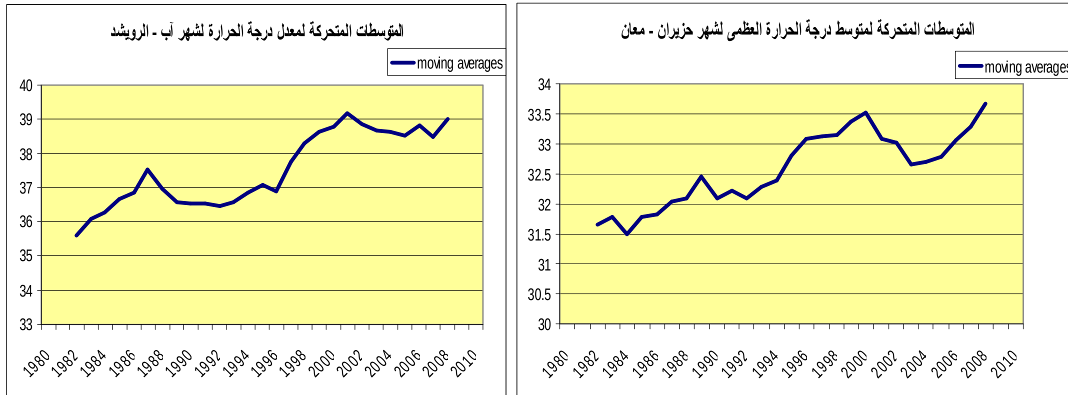


شكل رقم (٣٨)

من الشكل رقم (٣٨) الذي يظهر المتوسطات المتحركة لمعدل درجة الحرارة لـشهر آب في مطار العقبة يتبين لنا الإرتفاع في درجة الحرارة من سنة (١٩٨٢ - ٢٠٠٨) وبالتالي يظهر لنا الإتجاه العام لمسار درجة الحرارة الصاعد .



شكل رقم (٣٩)



الشكل رقم (٤٠)

يبين الشكل رقم (٤٠) المتوسطات المتحركة لمتوسط درجة الحرارة لشهر حزيران في محطة معان والمتوسطات المتحركة لشهر آب في محطة الرويشد . حيث يظهر كل شكل إرتفاع في معدل درجة الحرارة العظمى .

د) الفروقات المتجمعة (Cumulated Sums)

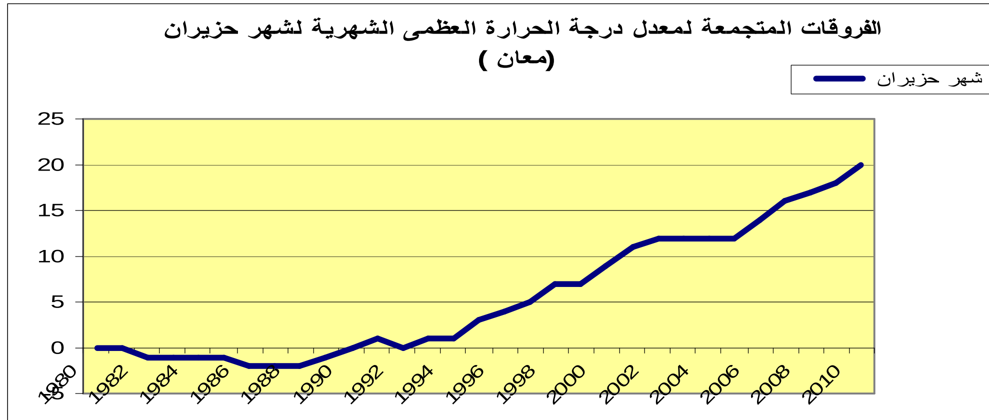
تم إستخدام هذا الأسلوب للكشف عن أية تغيرات متصلة تحدث في السلسلة الزمنية ، وتقوم على أساس رسم منحنى يمثل جمعاً تراكمياً للإنحرافات عن المتوسط الحسابي للسلسلة الزمنية، لذا تم استخدام متوسط حسابي لفترة طويلة من الزمن (١٩٨٠-٢٠١٠) وتم تطبيق هذا الأسلوب بإتباع الخطوات التالية وكما هو مبين في الجدول رقم (١٣) .

- استخراج الوسط الحسابي لسلسلة الزمنية .
- استخراج الفرق بين كل مشاهدة والمتوسط الحسابي .
- جمع الفروقات عن المتوسط الحسابي جمعاً تراكمياً .
- تمثيل السلسلة الزمنية للفروقات عن المتوسط .

الفروقات المتجمعة لمتوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران

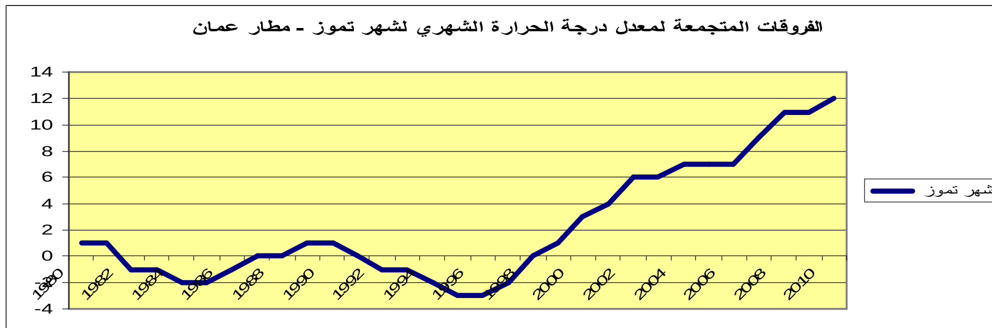
خلال الفترة (١٩٨٠- ٢٠١٠) في معان

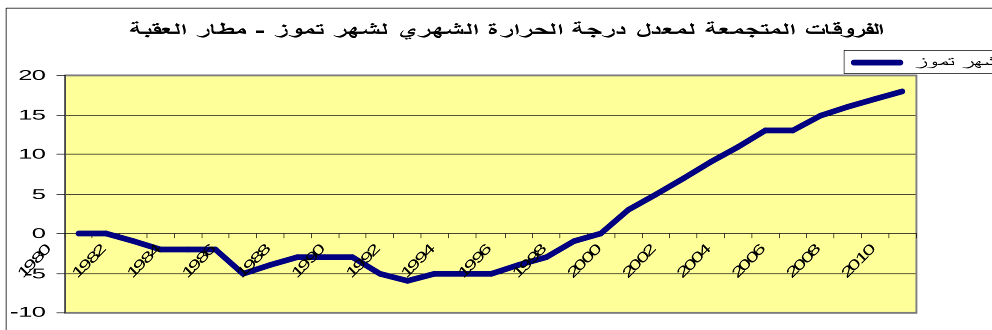
السنة	درجة الحرارة العظمى	الفرق	جمع الفرق تراكمي
1980	32	0	0
1981	32	0	0
1982	31	-1	-1
1983	32	0	-1
1984	32	0	-1
1985	32	0	-1
1986	31	-1	-2
1987	32	0	-2
1988	32	0	-2
1989	33	1	-1
1990	33	1	0
1991	33	1	1
1992	31	-1	0
1993	33	1	1
1994	32	0	1
1995	34	2	3
1996	33	1	4
1997	33	1	5
1998	34	2	7
1999	32	0	7
2000	34	2	9
2001	34	2	11
2002	33	1	12
2003	32	0	12
2004	32	0	12
2005	32	0	12
2006	34	2	14
2007	34	2	16
2008	33	1	17
2009	33	1	18
2010	34	2	20



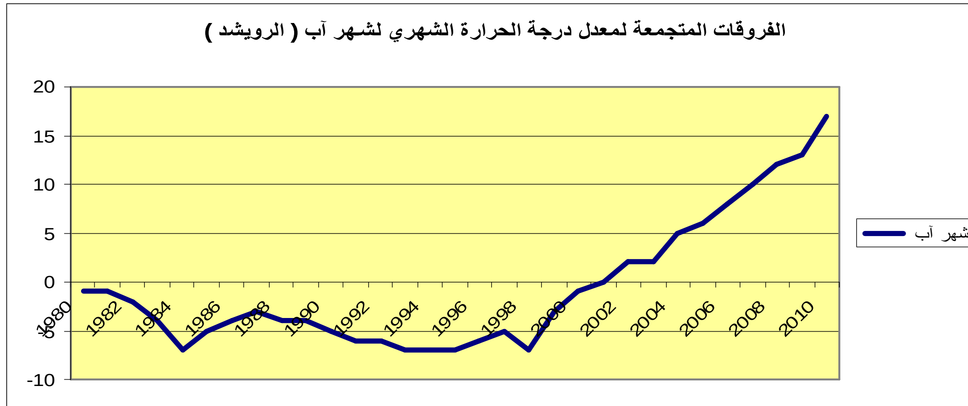
شكل رقم (٤١)

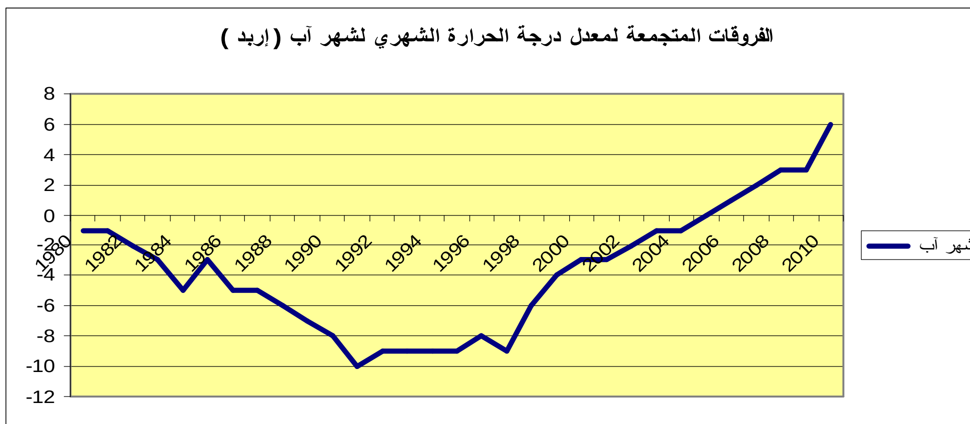
فتبدوا الفترات التي تشهد تزايداً على شكل منحنى صاعد بينما تظهر الفترات التي تشهد تناقص على شكل منحنى هابط ، ويظهر الشكل رقم (٤١) أن المنحنى كان هابط خلال الفترة ١٩٨٠- ١٩٩٤ وكان صاعداً خلال الفترة ١٩٩٥- ٢٠١٠ مما يشير لإرتفاع معدل درجات الحرارة خلال السلسلة الزمنية المستخدمة في الدراسة .



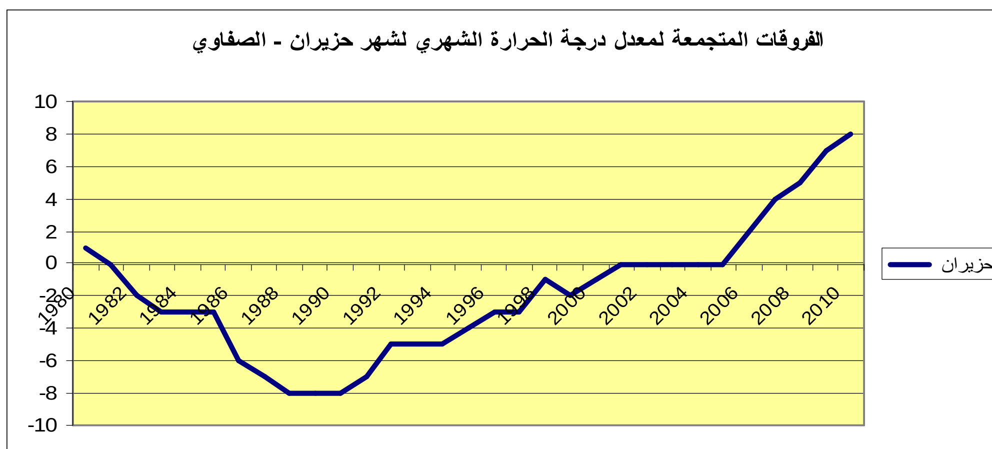


شكل رقم (٤٢) الفروقات المتجمعة لمعدل درجة الحرارة لشهر تموز لمحطة عمان والعقبة





شكل رقم (٤٣) الفروقات المتجمعة لمعدل درجة الحرارة لشهر آب لمحطة الرويشد وإربد



شكل رقم (٤٤)

من خلال استخدام اسلوب الفروقات المتجمعة يتضح أن أشهر الصيف (حزيران ، تموز ، آب) وللمحطات كافة تشهد تزايداً في درجات الحرارة وكان المنحنى صاعداً خاصــة خــلال الفتــرة ٢٠٠٠-٢٠١٠ في معظم المحطات وبالتالي يمكننا أن نلاحظ وجود زيادة في درجات الحــرارة العظمى في جميع مدن ومناطق المملكة .

وعلى الرغم من تعدد الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة إلا أن النتيجة واحــدة ، هــي التوصل لإرتفاع درجة الحرارة في الأردن وهذه النتيجة تنطبق مع نتائج الدراســات والتقــارير العالمية التي توصلت إلى أن العالم في طريقه لتغير المناخي والذي من آثــارة إرتفــاع درجــة الحرارة الصغرى والعظمى .

الفصـــــل الخامــــس

أثر التغير المناخي على موجات الحر التي يتعرض لها الأردن خلال فصل الصيف

(١٩٨٠ - ٢٠١٠)

- الخصائص العامة لموجات الحـــر
- عمـــــر موجـــات الحـــر وشدتها

أقتصرت دراسة موجات الحر في الأردن في هذا الفصل على محطتين مناخيتين وذلــك بــسبب عدم توفر البيانات المناخية اليومية لباقي المحطات وهما محطة مطارعمان ومحطة الرويشد .

وفي هذا الجزء الخاص بعدد موجات الحر وطولها وشدتها تم إعتماد التقسيم التــالي لموجــات الحر حيث تم التقسيم حسب متغيرين هما ، الفترة الزمنية وشدة درجة الحرارة .

١- تقسم موجات الحر حسب طولها إلى :-

أ) موجة حر قصيرة (Short Heat Wave) تتراوح ما بين (٣-٥) أيام متواصلة .

ب) موجة حر متوسطة (Moderate Heat Wave) تتراوح بين(٦-٨) أيام متواصلة .

ج) موجة حر طويلة (Long Heat Wave) تمتد لأكثر من ٨ أيام .

٢- تقسم موجات الحر حسب شدتها .

أ) موجة حر معتدلة (Moderate Heat Wave) ترتفع خلالها درجة الحرارةما بين (٥-٧ مْ) عن معدلها .

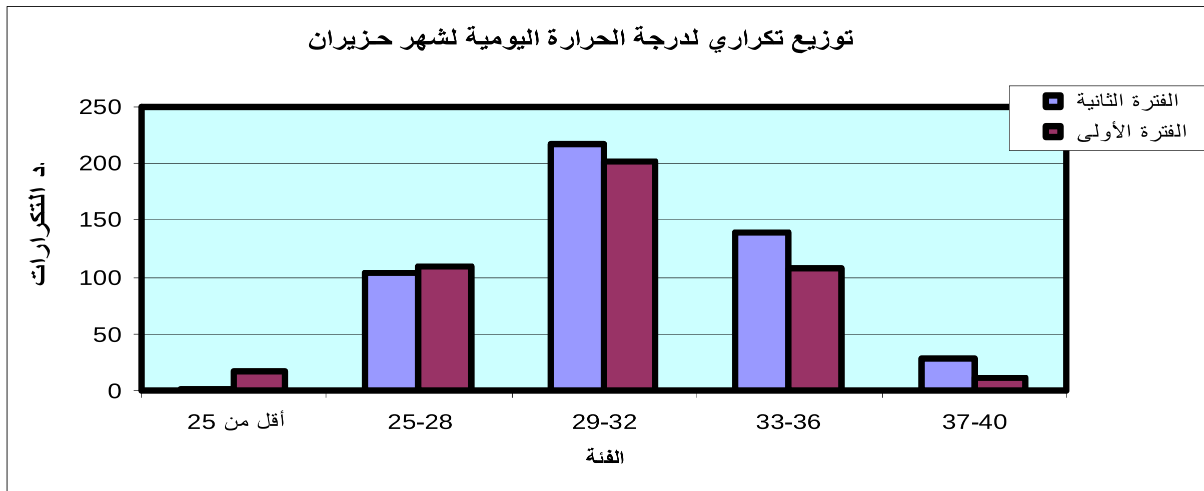
ب) موجة حر شديدة (Severe Heat Wave) تتراوح بين(٨-٩ مْ) فوق المعدل .

ج) موجة حر شديدة جداً (Extensive Heat Wave) تصل فيها درجة الحرارة إلــى ١٠ مْ فأكثر .

ولإستخراج وحصر عدد الموجات التي تعرض لها الأردن خلال الفترة (١٩٨٠- ٢٠١٠) تــم إستخدام بيانات يومية لدرجة الحرارة العظمى ، كما تم عمل جداول تكراريــة خاصــة بعمــر الموجة وجداول أخرى تبين وتوضح شدة موجات الحر وعــددها ، بالإضــافة إلــى الجــداول الخاصة بدرجة الحرارة اليومية والتي تُبين التكرارات المتعلقة بدرجة الحرارة العظمى مقــسومة

لفترتين (١٩٨٠- ١٩٩٤) والثانية (١٩٩٥-٢٠١٠) وعمل مقارنة ما بين الفتــرتين لإثبــات وجود زيادة وإرتفاع في درجة الحرارة اليومية ، كما تم حصر عدد موجات الحر التي تعرضت لها المنطقة في كل من مطار عمان والرويشد ، وعمل جداول تبين عــدد موجــات الحــر فــي الفترتين ولكل شهر من أشهر الصيف (حزيران ، تموز ، آب) وإستخراج النسب التــي تمثــل تكرارات كل فئة ، وتمثيلها بالرسومات البيانية لملاحظة الزيادة في عدد موجات الحر والزيــادة في شدتها .

تكرار درجة الحرارة اليومية العظمى خلال الفترة ١٩٨٠-٢٠١٠



شكل (٤٥)

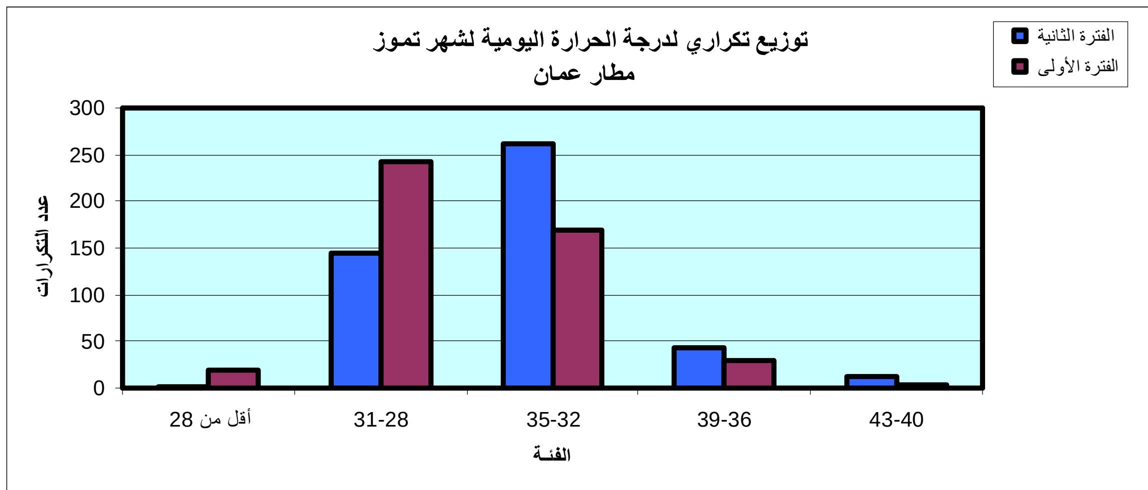
يظهر الشكل(٤٥) التوزيع التكراري الخاص بالبيانات اليومية لشهر حزيران في مطار عمــان ، ونلاحظ من الشكل أن فئة أقل من ٢٥ مْ وجدت في الفترة الأولى وانعدمت في الثانية أمــا فئــة ٢٥-٢٨ مْ كانت متساوية ، وفئة ٢٩-٣٢ مْ كان هناك زيادة في الفترة الثانية حيث تزداد تكرار درجة الحرارة اليومية من ٢٩-٣٢ مْ في الفئة الثانية أكثر منه في الفئة الأولى ، وكذلك نلاحــظ

الزيادة في تكرار درجة الحرارة اليومية من ٣٣- ٣٦ مْ في الفئة الثانية ،حيث كانت التكرارات في الفترة الأولى لهذه الفئة (١٠٨) مرة وفي الفترة الثانية(١٣٩) مرة ، وفي فئة ٣٧-٤٠ مْ كانت في الثانية (٢٨) مرة وفي الأولى (١١) مرة لذا نلاحظ أن درجة الحرارة اليومية العظمى يزداد تكرارها في الفترة الثانية ويقل في الأولى .

جدول رقم (١٤)

التوزيع التكراري لدرجة الحرارة العظمى اليومية لشهر حزيران (مطار عمان)

الفئة	التكرارات خلال الفترة (١٩٨٠-١٩٩٤)	التكرارات خلال الفترة (١٩٩٥-٢٠١٠)
أقل من ٢٥مْ	17	1
25-28مْ	110	103
29-32مْ	202	218
33-36مْ	108	139
37-40مْ	11	28



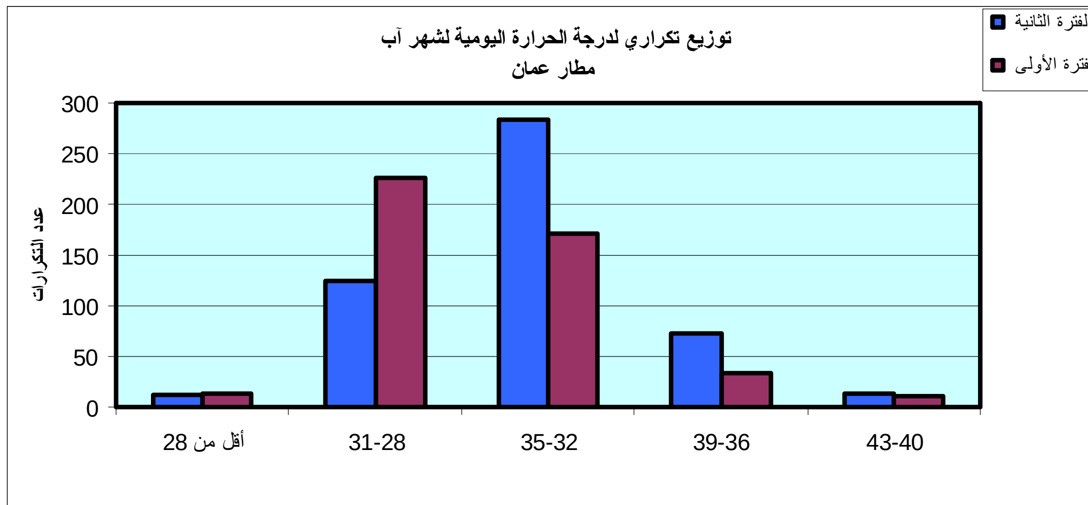
شكل (٤٦)

من خلال الشكل (٤٦) نلاحظ أن الزيادة في تكرار درجة الحرارة اليومية للفئة الثانية أقتصر على الفئات الكبيرة وخاصة في فئة ٣٢- ٣٥ مْ وفئة ٣٦-٣٩ مْ وكذلك فئة ٤٠-٤٣ مْ وهذا يشير الى زيادة درجة الحرارة العظمى اليومية في الفترة ١٩٩٥-٢٠١٠ وكما يوضح الجدول التالي عدد التكرارات لشهر تموز ولكل فترة .

جدول رقم (١٥)

التوزيع التكراري لدرجة الحرارة اليومية العظمى لشهر تموز (مطار عمان)

الفئـــــة	التكرارات خلال الفترة (١٩٨٠-١٩٩٤)	التكرارات خلال الفترة (١٩٩٥-٢٠١٠)
أقل من ٢٨	20	2
31-28	242	144
35-32	169	262
39-36	30	43
43-40	4	13



شكل (٤٧)

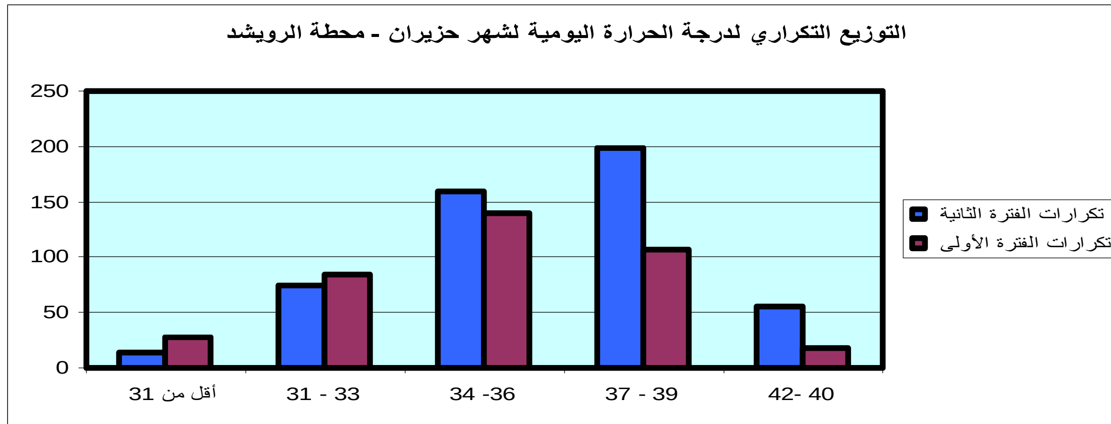
من خلال الشكل (٤٧) تستمر درجة الحرارة اليومية بالإرتفاع خلال شهر آب وذلك من خـــلال زيادة عدد التكرارات في الفترة الثانية وخاصة في الفئات الكبيرة حيث تكررت درجة الحـــرارة اليومية ٣٢-٣٥ مْ في الفترة الأولى ١٧١ أما في الثانية ٢٨٤ مرة بينما تكررت درجة الحـــرارة ٣٦-٣٩ مْ ٣٣ مرة في الأولى وفي الثانية ٧٢ مرة ، أما فئة ٤٠-٤٣ مْ تكـــررت فـــي الفتـــرة الأولى ١١ مرة وفي الثانية ١٤ مرة ، وبالتالي نلاحظ الزيادة الملموســـة فـــي تكـــرار درجـــة الحرارة اليومية في الفترة الثانية لشهر آب في مطار عمان ، كما يبين لنا الجدول رقم (١٦)

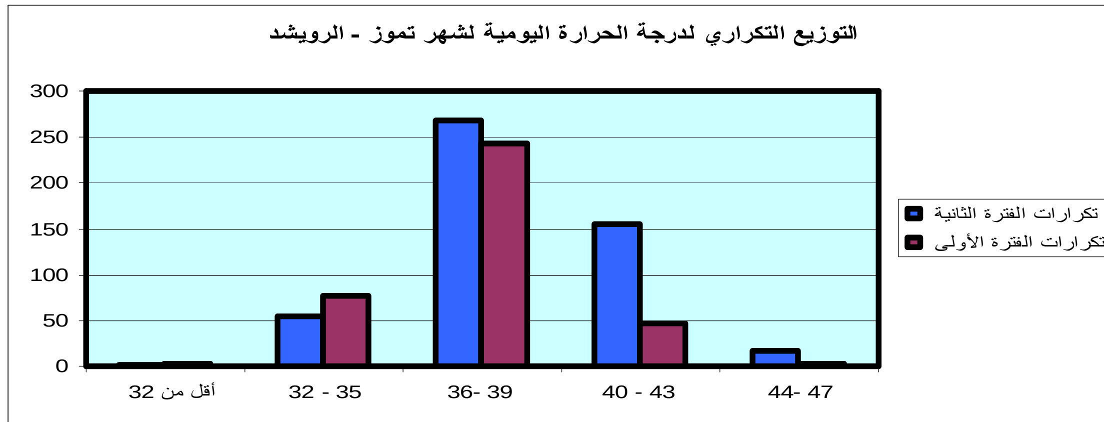
جدول (١٦)

التوزيع التكراري لدرجة الحرارة العظمى اليومية لشهر آب (مطار عمان)

الفئـــــة	التكرارات خلال الفترة (١٩٨٠-١٩٩٤)	التكرارات خلال الفترة (١٩٩٥-٢٠١٠)
أقل من ٢٨	13	12
31-28	226	125
35-32	171	284
39-36	33	72
43-40	11	14

ما شاهدناه في محطة مطار عمان نشاهده في محطة الرويشد ونلاحظ الزيادة في تكرار الأيـــام التي يرتفع فيها درجة الحرارة خاصة في الفترة الثانية ، وكما نلاحظ أن الفئات التـــي تتـــراوح وتنحصر بين درجة الحرارة ٣٩ مْ -٤٦ مْ هي أكثر الفئات تكراراً ونلاحظ ذلك فـــي الأشـــكال التالية .





شكل رقم (٤٨) التوزيع التكراري لدرجة الحرارة اليومية لشهر حزيران و تموز(الرويشد)

جدول رقم (١٧) تكرارات درجة الحرارة اليومية للفترتين في شهر تموز (الرويشد)

التكرارات خلال الفترة (٢٠١٠-١٩٩٥)	التكرارات خلال الفترة (١٩٩٤-١٩٨٠)	الفئـــــة
1	3	**أقل من ٣٢**
54	77	**32 - 35**
268	242	**36- 39**
156	47	**40 - 43**
17	3	**44- 47**

الخصائص الإحصائية لموجات الحر

يتراوح المعدل السنوي لعدد موجات الحر التي يتعرض لها الأردن خلال فصل الـصيف بـين موجة واحدة أو موجتين . كما يتراوح معدل طول الموجة بين ٣-٥ أيام (موجة حر قـصيرة) أما بالنسبة لشدة الموجة التي يتعرض لها الأردن خلال الصيف فيتراوح معدلها في العادة بـين ٥-٧ مْ فوق المعدل (موجة حر معتدلة الشدة) ، ومن خلال حصر موجات الحـر وتـصنيفها يمكن القول بأن الأردن يتعرض لموجة حر واحدة أو أثنتين من خصائصها أنها قصيرة ومعتدلة الشدة . ومن خلال الجدول رقم (١٨) يتبين لنا التوزيع التكراري لعدد موجـات الحـر التـي تعرض لها الأردن خلال الفترة ١٩٨٠-٢٠١٠ في محطة مطار عمان ، كما يبن لنا الجدول نسبة التكرار ، يتعرض الأردن لموجة واحدة بنسبة ٢٥% أما الموجتين فنسبتها ٤٨% . وفـي الرويشد فالموجات التي تعرض لها الأردن في شهر تموز أنحصرت بـين المـوجتين والثلاثـة حيث كانت النسبة للعدد ٢ (٢٣%) وللعدد٣ (٣٩%). كما يبن الجدول رقم (١٩)

جدول رقم (١٨)

توزيع تكراري لموجات الحر التي يتعرض لها الأردن في شهر حزيران – مطار عمان

النسبة المئوية	عدد السنوات	عدد الموجات
9%	3	0
25%	8	1
48%	15	2
12%	4	3
6%	2	أكثر من ٣

جدول رقم (١٩)

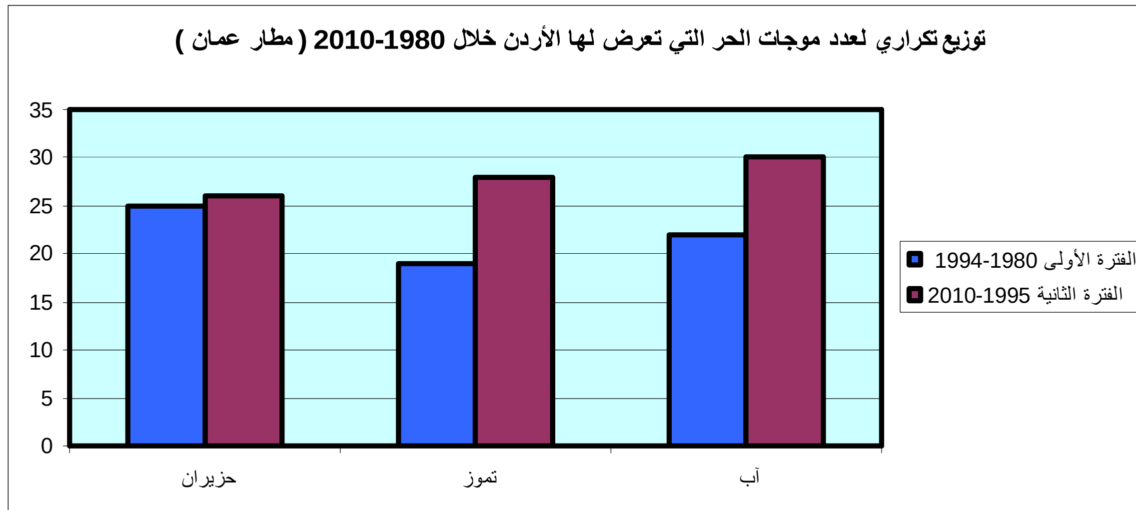
توزيع تكراري لموجات الحر التي تعرض لها الأردن في شهر تموز – الرويشد

عدد الموجات	عدد السنوات	النسبة المئوية
0	1	3%
1	6	19%
2	7	23%
3	12	39%
أكثر من ٣	5	16%

جدول رقم (٢٠)

توزيع تكراري لموجات الحر التي تعرض لها الأردن في شهرآب – مطار عمان

عدد الموجات	عدد السنوات	النسبة المئوية
0	3	9%
1	13	41%
2	10	32%
3	4	12%
أكثر من ٣	2	6%



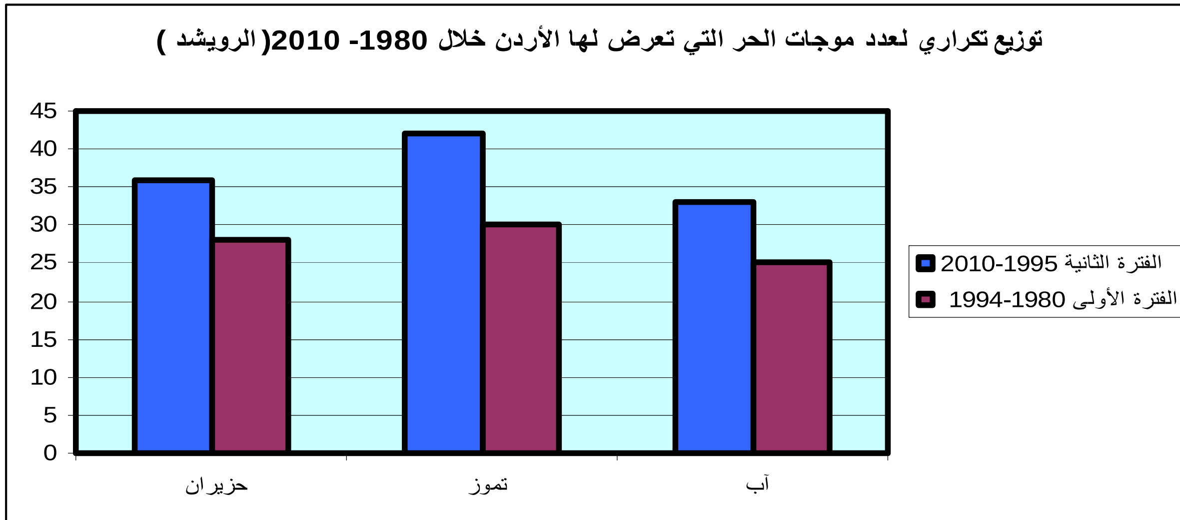
شكل (٤٩)

يظهر الشكل رقم (٤٩) التوزيع التكراري لعدد موجات الحر التي تعرض لها الأردن خلال الفترة ١٩٨٠ – ٢٠١٠ ، حيث يبين عدد الموجات في شهر حزيران للفترة الأولى كانت ٢٥ موجة بنسبة ١٦% وفي الفترة الثانية ٢٦ موجة وبنفس النسبة تقريباً ، وفي شهر تموز كانت التكرارات في الفترة الأولى ١٩ بنسبة ١٢% وفي الفترة الثانية كانت ٢٨ بنسبة ١٧ % وفي شهر آب كان عدد الموجات في الفترة الأولى ٢٢ وبنسبة ١٤ % وفي الفترة الثانية ٣٠ موجة بنسبة ١٨ % .

جدول (٢١)

التوزيع التكراري لعدد موجات الحر خلال الفترتين لمحطة مطار عمان

الشهر	الفترة الأولى ١٩٨٠-١٩٩٤	الفترة الثانية ١٩٩٥-٢٠١٠
حزيران	25	26
تموز	19	28
آب	22	30



شكل (٥٠)

يبين لنا الشكل رقم (٥٠) التوزيع التكراري لعدد موجات الحر للفترة الأولى والفترة الثانية ولكل شهر حزيران ، تموز، آب حيث نلاحظ أن هناك زيادة في عدد موجات الحر التي تعرض لهـا الأردن خلال الفترة الثانية (١٩٩٥-٢٠١٠) وكما يبين الجدول رقم (٢٢) عدد الموجات ولكل فترة في الرويشد . في شهر حزيران كان عدد التكرار لموجات الحر في الفترة الأولى ٢٨ وفي الفترة الثانية ٣٦ ، وفي تموز ٣٠ في الفترة الأولى و٤٢ موجة في الفترة الثانيـة و٢٥ موجـة كانت في الأولى لشهر آب و٣٣ موجة في الفترة الثانية .

جدول (٢٢)

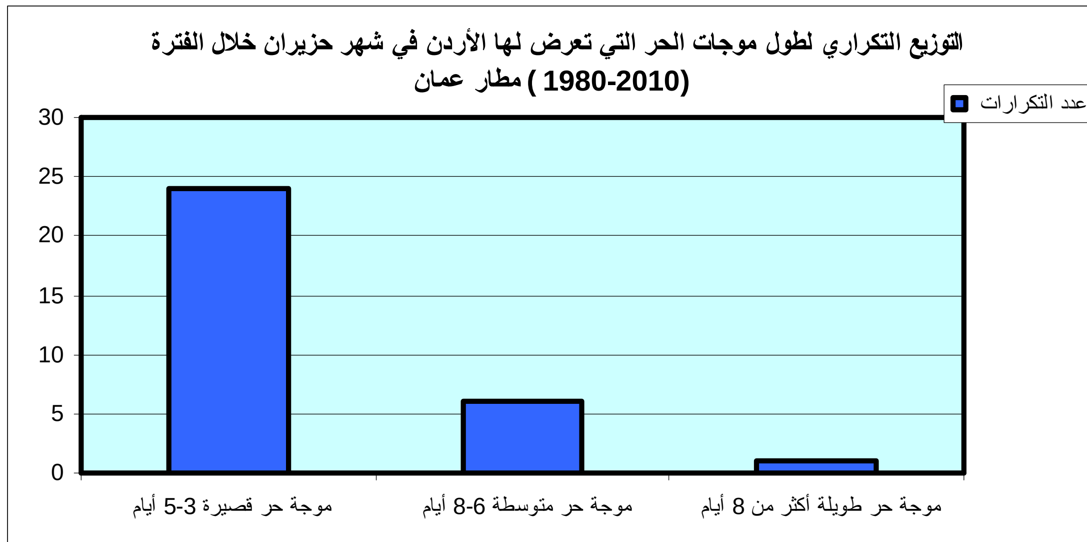
التوزيع التكراري لعدد موجات الحر خلال الفترتين لمحطة الرويشد

الشـــــهر	الفترة الأولى ١٩٨٠-١٩٩٤	الفترة الثانية ١٩٩٥-٢٠١٠
حزيران	28	36
تموز	30	42
آب	25	33

عمر موجة الحر وشدتها :

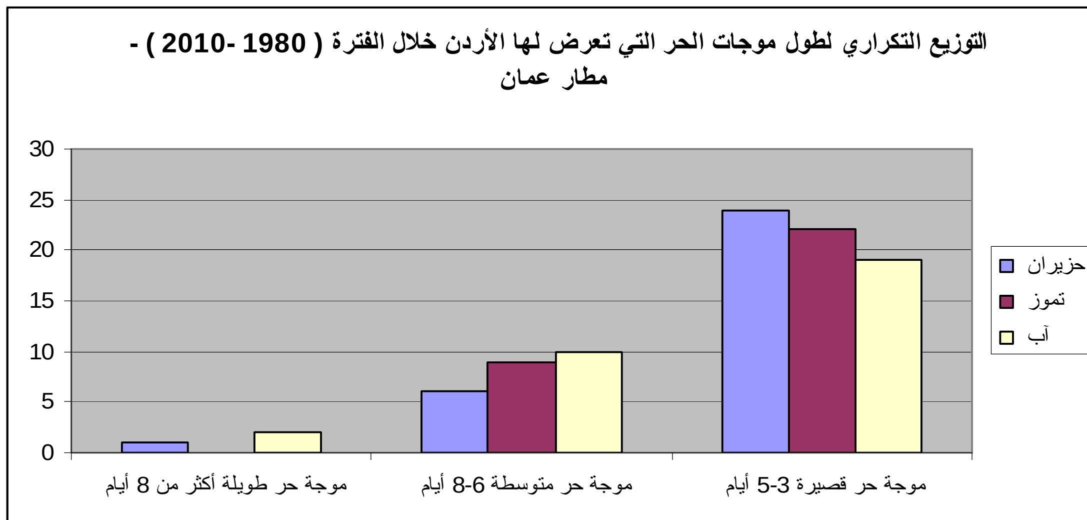
من الخصائص العامة لموجات الحر التي يتعرض لها الأردن أنها موجات قصيرة أو متوسطة ولكنها معتدلة الشدة ، وبالرغم من أن معدل طول الموجة يتراوح في العادة بين ٥-٦ أيام ، فإن أكثر من ٧٧ % من تلك الموجات يتراوح طولها بين ٣-٥ أيام فقط وتبلغ نسبة الموجات التي يتراوح طولها بين ٦-٨ أيام ١٩% من مجموع الموجات كلها .

ومما يجدر ذكرة أن معظم موجات الحر التي تعرضت لها المملكة بمختلف مناطقها من الموجات المعتدلة ، فأكثر من ٨٥ % منها يتراوح أرتفاع الحرارة أثناءها بين ٥-٧ مْ وتصل نسبة الموجات الشديدة التي يزيد إرتفاع الحرارة أثناءها عن ٨مْ إلى ١٣ % فقط .



شكل (٥١)

ومن خلال تحليل البيانات اليومية لمحطة مطار عمان تم حصر عدد موجـات الحـر وبالتـالي معرفة عمر وشدة موجة الحر ، ففي شهر حزيران كانت الموجات القصيرة لها النصيب الأكبـر بنسبة ٧٧ % وفي شهر تموز كانت بنسبة ٧١ % وأما في شهر آب كانت ٦١% ، وكانت نسبة موجات الحر المتوسطة في نفس المحطة لشه حزيران ١٩% وفي تموز ٢٩% وفي شـهر آب كانت نسبتها ٣٣ % من مجموع الموجات كلها . وفيما يخص الموجات الطويلة التـي تـستمر لأكثر من ٨ أيام متواصلة كانت نسبة تكراها في شهر حزيران ٣ % و٥% فـي شـهر تمـوز و٦% في شهر آب فقط .



شكل رقم (٥٢)

جدول رقم (٢٣)

التوزيع التكراري لطول موجة الحر خلال الفترة ١٩٨٠-٢٠١٠ / مطار عمان

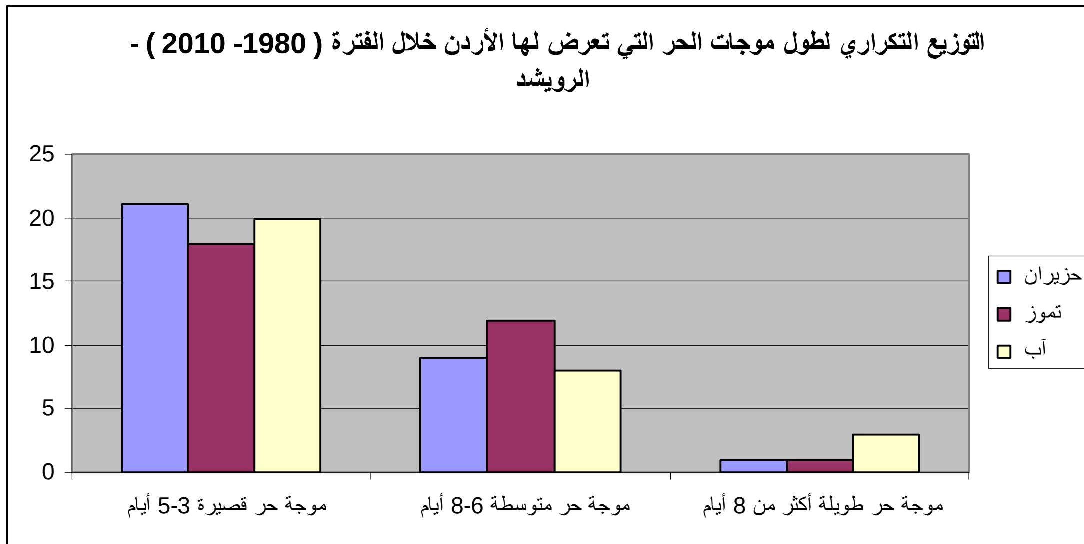
الشهر	موجة حر قصيرة ٣- ٥ أيام	موجة حر متوسطة ٦-٨ أيام	موجة حر طويلة أكثر من ٨ أيام
حزيران	٢٤	٦	١
تموز	٢٢	٩	٠
آب	١٩	١٠	٢

وفي الرويشد كانت التكرارات التي تتعلق بطول الموجة موزعة بين الموجة القصيرة والموجـة المتوسطة فكانت نسبة التكرار في شهر حزيران للموجة القصيرة ٦٨ % وفـي تمـوز كانـت النسبة ٥٨ % وفي شهر آب ٦٤% ، وأما بالنسبة لموجة الحر المتوسطة التي تتراوح بين ٦-٨ أيام متواصلة في شهر حزيران ٩ تكرارات بنسبة ٢٩ % وفي تموز ٣٩% أما فـي شـهر آب ٢٦% ، وكانت نسبة التكرارات فيما يتعلق بموجات الحر الطويلة كانت في حزيـران وتمـوز ٣% وفي شهر آب نسبة التكرارات لطول الموجة كانت ١٠ % كما يوضح لنا الرسـم البيـاني التالي والجدول المتعلق بالتكرارات .

جدول رقم (٢٤)

التوزيع التكراري لطول موجة الحر خلال الفترة ١٩٨٠-٢٠١٠ / الرويشد

الشهر	موجة حر قصيرة ٣-٥ أيام	موجة حر متوسطة ٦-٨ أيام	موجة حر طويلة أكثر من ٨ أيام
حزيران	٢١	٩	١
تموز	١٨	١٢	١
آب	٢٠	٨	٣



شكل رقم (٥٣)

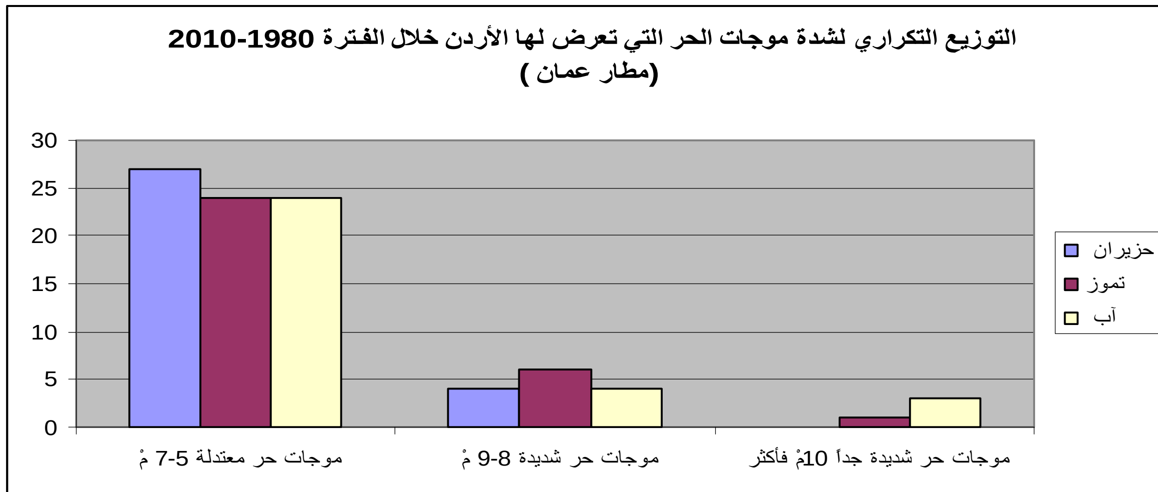
تميزت موجات الحر التي تعرضت لها المنطقة بأنها موجات معتدلة الشدة تتراوح بين ٥-٧ مْ ، في مدينة عمان كانت نسبة التكرارات لشهر حزيران ٨٧ % لموجة الحر المعتدلة وفي تموز و آب كانت النسبة ٧٧ % ، وكانت نسبة التكرارات لموجة الحر الشديدة التي تراوحت بـين ٨-٩ مْ في حزيران ١٣% وتموز ٢٠% أما في شهر آب ١٣% . وفيما يتعلق بموجات الحر الشديدة

جداً فقد تلاشت في شهر حزيران لتظهر في تموز بنسبة ٣% وفي آب ١٠% وكما يبين لنا الجدول التالي تكرارات شدة موجات الحر خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠) .

جدول رقم (٢٥)

جدول تكراري لشدة موجات الحر خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠)

الشهر	موجات حر معتدلة ٥-٧ مْ	موجات حر شديدة ٨-٩ مْ	موجات حر شديدة جداً ١٠مْ فأكثر
حزيران	٢٧	٤	٠
تموز	٢٤	٦	١
آب	٢٤	٤	٣



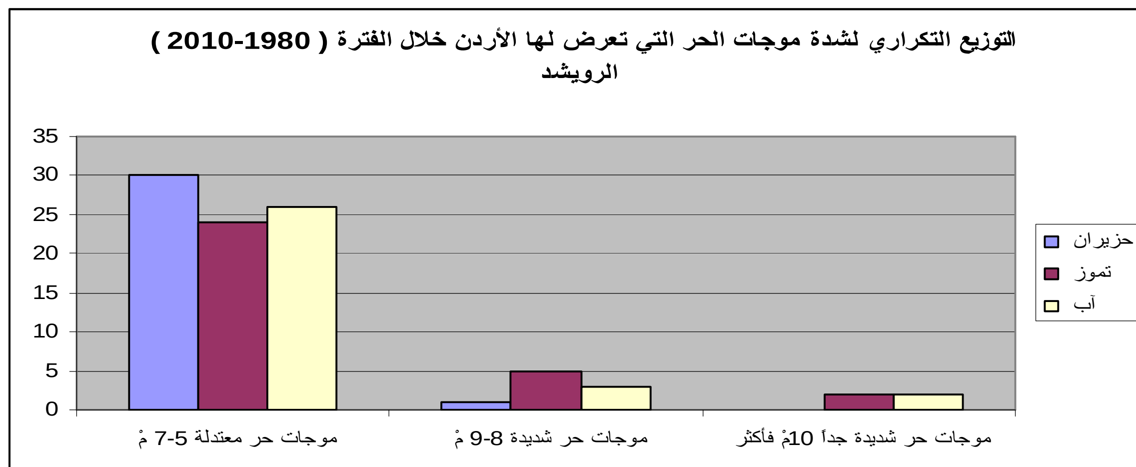
شكل رقم (٥٤)

في الرويشد تتركز نسبة التكرارات لشدة درجة الحرارة في موجة الحر المعتدلة التي تتراوح بين ٥-٧ مْ ، حيث كانت نسبتها في حزيران ٩٧% وفي تموز ٧٧% وتقل نسبة التكرار لموجات الحر الشديدة والشديدة جداً ، ويوضح الجدول التالي عدد التكرارات لكل صنف من موجات الحر ولكل شهر (حزيران ، تموز ، آب) .

جدول رقم (٢٦)

جدول تكراري لشدة موجات الحر خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠) / الرويشد

الشهر	**موجات حر معتدلة ٥-٧ مْ**	**موجات حر شديدة ٨-٩ مْ**	**موجات حر شديدة جداً ١٠مْ فأكثر**
حزيران	٣٠	١	٠
تموز	٢٤	٥	٢
آب	٢٦	٣	٢



شكل (٥٥)

الفصـــــل الســــــادس

النتائــــــج والتوصيــــــات

توصلت هذه الدراسة إلى العديد من النتائج والتوصيات ، سواء أكانت تختص بدرجة الحرارة العظمى اليومية والشهرية ، أو ما يترتب على إرتفاع درجة الحرارة عن معدلها من تكرار لموجات الحر التي يتعرض لها الأردن في مختلف مناطقه ، وكذلك ترتب على هذه الدراسة وضع بعض التوصيات الضرورية فيما يخص التغير المناخي وظاهرة موجات الحر.

أهم النتائج :

تبين من خلال دراسة أثر التغير المناخي على موجات الحر التي تعرض لها الأردن في فصل الصيف خلال الفترة (١٩٨٠- ٢٠١٠) ما يلي :-

١- يتبين من خلال دراسة أثر التغير المناخي على المعدل الشهري لدرجة حرارة فصل الصيف خلال الفترة (١٩٨٠- ٢٠١٠) وجود زيادة في متوسط درجة الحرارة الشهرية في المحطات كافة(معان ، مطار عمان ، الرويشد ، الصفاوي ، مطار العقبة ، إربد) بمستوى دلالة إحصائية أقل من ٥% .

٢- تحديد مسار درجة الحرارة الشهرية لأشهر الصيف (حزيران ، تموز ، آب) خلال الفترة الثانية (١٩٩٥- ٢٠١٠) بالمسار الإيجابي نحو التزايد بشكل صاعد في جميع محطات الدراسة وبمستوى دلالة إحصائية كبير جداً .

٣- وجود زيادة متصاعدة في متوسط درجة الحرارة الشهرية لأشهر الصيف (حزيران ، تموز ، آب) خلال الفترة الثانية (١٩٩٥- ٢٠١٠) في جميع محطات الدراسة وبمستوى دلالة إحصائية أقل من ٠,٠٠١ .

٤- تراوح معدل درجة الحرارة العظمى خلال شهر حزيران في جميع مدن المملكة مـا بـين ٣١,٧ مْ في مدينة إربد وترتفع إلى ٣٩,٩ مْ في العقبة . أما في شهر تموز تراوحت المعـدلات الشهرية لدرجة الحرارة ما بين ٣٢,٢ مْ في مدينة إربد لترتفع في مطار العقبة إلـى ٤٢,١ مْ ، وفي شهر آب وآصلت معدلات درجة الحرارة العظمى إرتفاعها خلال هذا الـشهر إذ يتـراوح المعدل ما بين ٣٣ مْ في إربد و٤١,٩ مْ في مطار العقبة ، حيث شهد الأردن خلال هذه الأشـهر إرتفاعاً في متوسط درجة الحرارة العظمى .

٥- يتبين من تطبيق المتوسطات المتحركة على المعدلات الشهرية لدرجة حرارة اشهر الصيف وجود إتجاه عام ذو دلالة احصائية على مستوى أقل من ٠,٠٥لزيادة درجة الحرارة.

٦- يتمثل التوزيع التكراري الخاص بالبيانات اليومية لشهر حزيران في مطار عمان والرويـشد بإرتفاع عدد التكرارات الخاصة بالفئات (٣٣- ٣٦) مْ و(٣٧- ٤٠ مْ) في الفتـرة الثانيـة (١٩٩٥- ٢٠١٠) ، أما التوزيع التكراري لدرجة الحرارة اليومية لشهر تموز يتركز في الفئات المحصورة ما بين(٣٢- ٤٣ مْ) خلال الفترة الثانية حيث إنعدمت درجة الحرارة الأقل من ٢٨ مْ في الفترة الثانية بينما تكررت في الفترة الأولى ١٩٨٠-١٩٩٤ ، وفـي شـهر آب اسـتمرت درجة الحرارة اليومية بالإرتفاع حيث تكررت درجة الحرارة المحصورة بين ٣٦- ٤٣ مْ ففـي الفترة الثانية أكثر من الفترة الأولى .

٧- يتبين من مقارنة عدد موجات الحر خلال الفترتين الاولى والثانية في كل من مطار عمـان والرويشد أن متوسط عدد موجات الحر في الفترة الثانية يزيد زيادة ذات دلالة إحصائية أقل من ٠,٠٥ عن متوسط عدد موجات الحر في الفترة الأولى .

٨- يتعرض الأردن سنوياً لعدد من موجات الحر ، حيث يتراوح المعدل السنوي لعدد الموجات بين موجة واحدة أو موجتين .

٩- تعرض الأردن خلال فترة الدراسة (١٩٨٠-٢٠١٠) لموجات حر كانت في معظمها موجات حر قصيرة أو متوسطة ولكنها معتدلة الشدة . فأكثر من ٧٧% من تلك الموجات يتراوح طولها بين ٣-٥ أيام فقط وبلغت نسبة الموجات التي يتراوح طولها بين ٦-٨ أيام ١٩% من مجموع الموجات كلها .

١٠- معظم موجات الحر التي تعرض لها الأردن من الموجات المعتدلة ، فأكثر من ٨٥% منها يتراوح إرتفاع الحرارة أثنائها بين ٥- ٧ مْ وتصل نسبة الموجات الشديدة التي يزيد إرتفاع الحرارة أثنائها عن ٨مْ إلى ١٣ % فقط .

التوصيات :-

- للتصدي لظاهرة التغير المناخي بشكل عام وظاهرة موجات الحر بشكل خاص يحتاج إلى تعاون مشترك لحماية البيئة والبشر من الأثار السلبية المحتملة لهذه الظاهرة على مختلف القطاعات والمجالآت الحياة لذا أقدم بعض التوصيات فيما يختص بذلك :-

١- تحسين تدفق المعلومات وإتاحتها لمواجهة ظاهرة التغير المناخي . هذا سوف يساهم في تحسين القدرة على تطوير السياسات وتقوية الوعي العام .

٢- يجب البدء في إتباع سياسات وإتخاذ إجراءات للتخطيط المسبق وحماية قطاعات التنمية العرضة لأخطار التغير المناخي .

٣- تقديم الدعم السياسي والمالي لوضع إستراتيجيات للتكيف مع الظواهر المناخية المتطرفة مثل موجات الحر .

٤- زيادة الوعي العام وتحسين مفهوم المناخ وعلاقته بالأنظمة البيئية والبشرية .

٥- إستخدام طاقة صديقة للبيئة وفعالة للحد من إنبعاثات الغازات الدفيئة مع إنتهاج سياسات وطنية لزيادة كفاءة إستخدام الطاقة .

٦- دعم برامج البحث والتطوير وزيادة الدراسات الخاصة بظاهرة التغير المناخي لما لها من أهمية على مستوى العالم .

٧- التوعية الصحية فيما يتعلق بظاهرة موجات الحر عن طريق وسائل الإعلام المختلفة لما تسببة من أضرار صحية وخيمة ومن هنا أقدم النصائح التالية :

أ- عدم التعرض لأشعة الشمس بشكل مباشر خاصة عند سيادة الظروف المناخية الحارة .

ب- شرب كمية مناسبة من الماء لتفادي ضربة الشمس .

ج- إرتداء الملابس الخفيفة والمناسبة أثناء موجات الحر للمحافظة على درجة حرارة الجسم.

المصادر والمراجع

أ. المراجع العربية

- ابو العطا ،فهمي ،١٩٧٠ ، **الطقس والمناخ** ، دار المعرفه الجامعية : الاسكندرية .
- التوم، مهدي أمين ، ١٩٧٤ ، **مناخ السودان** ، دار نافع للطباعة : القاهره .
- شحاده ، نعمان ،(١٩٩١) ، **مناخ الاردن** ، دار البشير : عمان

__________، ١٩٩٠ ، **موجات الحر في الأردن خلال فصل الصيف** ، الجمعية الجغرافية الكويتية، رسائل جغرافية ، ع ١٣٨ ، الكويت .

__________، ١٩٨٥ ، **التقلبات قصيرة المدة لدرجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة** ، مجلة دراسات ، الجامعة الأردنية ، ١٤ ، ع١ ، عمان ، الأردن

__________، ١٩٩٨ ، **علم المناخ** ،دار صفاء : عمان

__________، ٢٠٠٩، **علم المناخ** ، دار صفاء : عمان

__________، ١٩٧٨ ، **الإتجاهات العامة الحديثة للحرارة في بلاد الشام** ، مجلة دراسات الجامعة الأردنية ، م٥ ، ع٢ ، عمان ، الأردن .

- صبري ، علي ، ٢٠٠١ ، **موجات الحر في الأردن** ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، الجامعة الاردنية ، عمان ، الأردن .
- الفايد ،يوسف ، ١٩٧١ ، **جوانب من مناخ الأردن** ، جامعة بيروت العربية ، بيروت .

ب) المراجع الأجنبية

AFED Report ,(2009). **Arab Forum for Environment and Development**

Balafoutis.ch.J. (2007) ,**The Recent Heat Waves Over Balkans as an Indicator of Climate Change and a Signal for new Planning Decision** , Department of Meteorology and Cimatology ,University of thessaloniki

Bani-Domi,M,(2005), **Trend Analysis of Temperatures and Precipitation in Jordan**, Dept, of Geography Yarmouk University Irbid , Jordan.

Beniston,M,(2004), **The 2003 heat wave in Europe: A shape of things to come?** An analysis based on Swiss climatological data and model simulations. Geophysical Research Letters , VOL. 31 .

Das p.k,(**1986**).**Monsoons,World,Meteorological Organization**,WMO-NO.613 .

Dı´az. J, Jorda´n.A, Garcı´a.R, Lo´ pez.C, Alberdi.J, Herna'ndez.E,and Otero.A , (2002), **Heat waves in Madrid 1986–1997**: effects on the healthof the elderly, Int Arch Occup Environ Health, 163–170.

Giorgi, F., & Lionello, P.,(2007), **Climate Change Projections for the Mediterranean, Global and Planetary Change**, 63, 90- 104.

Gordon , A., (2000) . **Forecasting in the 21 Century** , WMO – No . 916 , Geneva ,1-2 .

Guipponi C., & Shechter, M., (2003), **Climate Change in the Mediterranean**, Edward

Hamdi,R. Abu-Allaban.M, Al-Shayeb.A, Jaber.M, and Momani.N, (2009), **Climate Change in Jordan: A Comprehensive Examination Approach**, American Journal of Environmental Sciences, 58-68.

Hasanean.H. M,(2001), **Fluctuations of surface air temperature in the Eastern Mediterranea**n. Astronomy and Meteorology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt, Theor. Appl. Climatol. 68, 75-87

Houssos E, lolis C, and bartzokas A ,(2007) , **The Atmospheric Conditions Over Europe And The Mediterranean Favoring Snow Events In Athens**, Loboratory Of Meterology, department of physics , university of joannina, 45110 joannina, Greece

IPCC Report (2007), **The Fourth Assessment Report (AR4**), http:/www.ippc.ch/,March 14, 2008.

Issar, A., 1996, **Climate Change: Is It a Positive or Negative Process**, A Presentation made at the UNU Headquarters on July 15th , 13 pages.

Jordan Metorological Department ,(2010) . **Jordan Climatological** , Data Handbook , Amman , Jordan.

Kostopoulou, E.and Jones P. D.,(2005), **Assessment of climate extremes in the Eastern Mediterranean**, Meteorology and Atmospheric Sciences, v. 89, no. 1-4,pp. 69- 85.

Kuglitsch.F.G, Toreti.A, Xoplaki.E, Della-Marta.P.M, Zerefos.C.S, Türkeş.M, and Luterbacher.J, (2010), **Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960.Geophysical Research Letters**,VOL,37.

Martin, l. p.,(2007**), Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability**, Intergovernmental Panel on Climatic Change Report

Metaxas D.A., Kallos, G., 1980: **Heat waves from a synoptic point of view**. Rivista diMeteor, Aeronautica. JL, 2-3, 107-19.

Smadi. M.,(2006), **Observed Abrupt Changes in Minimum and Maximum Temperaturesin Jordan** , in the 20th Century American Journal of Environmental Sciences 2 (3), 114-120

Taylor, W., (2000)a. **Change-point analysis: Apowerful new tool for detecting changes**. http://www.variation.com/cpa/tech/changepoint. htm

Thomas .E .,(1999). **heat Waves in A Changing Climate** , Climate Change and Risk , First Published , London , 279 – 307

WMO **Report** (2000),World Meteorological Organization, Commission for Basic Systems ,Abridged Final Report With resolutions and Recommendations .

WMO **Report** (2008),World Meteorological Organization, Commission for Basic Systems , Management Group Ninth Session Geneva .

المواقع الإلكترونية

- http://www.tutiempo.net/en/Climate/Jordan,Asia
- http:www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.html
- http://www.jordanweather.jo/
- http://www.ims.gov.il/IMSEng/All_tahazit/SynopticMaps.htm

IMPACT OF CLIMATE CHANGE UPON SUMMER HEAT WAVES IN JORDAN (1980-2010)

BY

FATIMA ABDO MUFLIH AL- TARAWNEH

SUPERVISED BY

Dr. NUMAN SHEHADEH, Prof

ABSTRACT

The main goal of this research is to analyze the impact of climate change upon the frequency and magnitude of heat waves that occur in Jordan during the summer months . The general trend of maximum temperature during the period 1980-2010 was also investigated using three statistical techniques including : moving averages , accumulated deviation and linear trend . daily maximum temperature for meteorological stations representing the spatial variation of temperature in Jordan were used . The meteorological stations include :

Results of the study reveals an upward trend in minimum temperature and an increase in the number of heat waves and their frequency . The increase was found statistically significant especially in Irbid , Maan , Ruweished , Amman Airport , Aqaba Airport and Safawi .